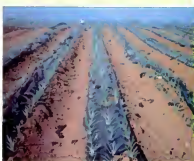


Manejo de malezas para países en desarrollo

ESTUDIO FAO
PRODUCCIÓN
Y PROTECCIÓN
VEGETAL

120



Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Fotos de la portada (de izq. a der.)

- Arriba:**
- Malezas controladas con inundación en un arrozal
 - Surcos de piña acolchados con polietileno negro
- Medio:**
- Plantas de jacinto de agua atacadas por picudos *Neochettina*
 - Campo de sorgo libre de malezas
- Abajo:**
- Maíz asociado con caupi para el control de *Striga* spp
 - Cultivo de cobertura para combatir una infestación de *Imperata cylindrica*

Manejo de malezas para países en desarrollo

ESTUDIO FAO
PRODUCCION
Y PROTECCION
VEGETAL

120

por
R. Labrada
J.C. Caseley
y
C. Parker

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Roma, 1996

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-15
ISBN 92-5-303427-0

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse a la Dirección de Información, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1996

MANEJO DE MALEZAS PARA PAISES EN DESARROLLO

Contenido	Página
	iii
Prefacios	xi
Lista de contribuyentes	xiii
Notas sobre el uso de este volumen	xviii

INTRODUCCION

Capítulo 1	R. Labrada y C. Parker	1
	El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas	3
	Control o manejo?	4
	Manejo Integrado de Plagas (MIP)	4
	Inventario de malezas y dinámica poblacional	5
	Características bio-ecológicas de las especies de malezas predominantes	5
	Período crítico de competencia de malezas y umbrales económicos	5
	Interacción de las malezas con otras plagas	6
	Métodos de control de malezas	6
	Control químico de malezas	7
	Limitantes para implantar el manejo mejorado de malezas en países en desarrollo	8

ECOLOGIA Y BIOLOGIA DE MALEZAS

Capítulo 2	A.M. Mortimer	11
	La clasificación y ecología de las malezas	13
	La clasificación de las malezas	13
	Los orígenes de la flora indeseable	14
	Los procesos evolucionarios en el desarrollo de la flora de malezas	17
	La ecología de las malezas	19
	Persistencia en el suelo	20
	La germinación de las semillas y ruptura de yemas	23
	La producción de semillas	25
	Ecología poblacional y manejo de malezas	25
	Conclusión	27
Capítulo 3	J.D. Doll	31
	Dinámica y complejidad de la competencia de malezas	33
	Introducción	33
	Factores de la competencia	33
	Duración de la competencia	33
	Densidad de malezas	35
	Nivel de nutrientes	35
	Disponibilidad de agua	35
	Efectos combinados	36

LAS MALEZAS MAS PROBLEMATICAS Y SU CONTROL

Capítulo 4 Gramíneas y ciperáceas 41

<i>Avena fatua</i>	L. García Torres	43
<i>Cynodon dactylon</i>	R. Labrada	49
<i>Cyperus rotundus</i>	J.D. Doll	56
<i>Echinochloa crus-galli</i>	K. Moody	65
<i>Imperata cylindrica</i>	P.J. Terry	71
<i>Paspalum virgatum</i>	R. de la Cruz, A. Merayo, G. Zuñiga y R. Labrada	78
<i>Pennisetum clandestinum</i>	S.F. Helfgott	81
<i>Rothoellia cochinchinensis</i>	R. Labrada	83
<i>Sorghum halepense</i>	R. Labrada	91

Capítulo 5 Malezas de hoja ancha 101

<i>Chromolaena odorata</i>	R. Muniappan	103
<i>Convolvulus arvensis</i>	P.G. Americanos	105
<i>Euphorbia heterophylla</i>	J.D. Doll	110
<i>Lantana camara</i>	J.T. Swarbrick	115
<i>Mimosa pigra</i>	W.M. Lonsdale y I.W. Forno	117
<i>Parthenium hysterophorus</i>	R. Labrada	123

Capítulo 6 Malezas acuáticas 131

<i>Eichhornia crassipes</i>	K.L.S. Harley	133
<i>Salvinia molesta</i>	P.M. Room	145

Capítulo 7 Malezas parásitas 151

Especies de <i>Cuscuta</i>	Yang-han Li	153
Especies de <i>Orobancha</i>	J. Sauerborn	160
Especies de <i>Striga</i>	L.I. Musselman	166

PRACTICAS PARA EL MANEJO DE MALEZAS

ENFOQUES

Capítulo 8 M.D. Shenk		
Prácticas culturales para el manejo de malezas		173
Introducción		173
Prácticas culturales		174
Prevención		174
Interferencia del cultivo (competencia y alelopatía)		175
Período de plantación		177
Enmiendas de suelo		177

Manejo del agua	177
Rotación de cultivos	178
Quema	178
Acolchado o cobertura	178
Conclusiones	179
Capítulo 9 M.J.W. Cock	
Control biológico de malezas	183
Introducción	185
Control biológico clásico	185
Control biológico aumentativo	188
Control biológico natural	189
Conclusiones	190
Capítulo 10 J.C. Caseley	
Herbicidas	193
Introducción	195
Antecedentes	195
Registro y aprobación	196
Nombres de herbicidas	198
Formulación, mezclas y coadyuvantes	199
Aplicación	202
Dosis reducidas y control integrado mecánico y químico	210
Revisión sobre la acción de los herbicidas	211
Introducción	211
Intercepción y retención del asperjado	211
Penetración foliar	212
Disponibilidad y destino de los herbicidas en el suelo	213
Translocación de los herbicidas	215
Metabolismo	216
Punto de acción del herbicida	217
Selectividad	224
Características de los principales grupos de herbicidas	225
Desviadores del Fotosistema 1: bipiridilos	225
Inhibidores del fotosistema 2: triazinas	226
Inhibidores del fotosistema 2: derivados de la urea y uracilos	227
Inhibidores del fotosistema 2: miscelaneos de acción foliar	229
Inhibidores de la síntesis de clorofila: difenil éteres	229
Inhibidores de la síntesis de carotenoides	229
Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: derivados clorinados de ácidos alcanoicos	230
Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: oximas	230
Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: ésteres de ácidos ariloxifenoxialcanoicos	230
Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: tiolcarbamatos	231
Inhibidores de la división celular: cloracetamidas	232
Inhibidores de la división celular: dinitroanilinas	232
Inhibidores de la división celular: carbamatos	233
Herbicidas de tipo auxina: ácidos ariloxialcanoicos	234

Herbicidas de tipo auxina: ácidos aril carboxílicos	234
Herbicidas de tipo auxina: ácidos quinolino carboxílicos	235
Inhibidores de la síntesis de los amino ácidos aromáticos: glifosato	235
Inhibidores de la síntesis de la glutamina: glufosinato	236
Inhibidores de la síntesis de amino ácidos de cadenas ramificadas: sulfonilureas	236
Inhibidores de la síntesis de amino ácidos de cadenas ramificadas: imidazolinonas	238
Capítulo 11 A.H. Pieterse	
Manejo de malezas acuáticas	241
Introducción	243
Manejo	244
Control físico	245
Control químico	246
Control biológico	246
Control integrado	248
Usos prácticos	248
Conclusiones	249
Capítulo 12 B.A. Auld	
Criterios económicos para el desarrollo del manejo de malezas	253
Introducción	255
El impacto económico de las malezas	255
Objetivos del control de malezas	256
Campo individual	257
Costos variables de control	259
Riesgo e incertidumbre	260
Pastoreo de animales	261
La finca completa	261
Punto de vista de comunidad	262
Conclusiones	262
MANEJO DE MALEZAS EN CULTIVOS SELECTOS	
Capítulo 13 Cereales	263
Arroz	K.Moody 265
Introducción	265
Control de malezas	265
Prevención	266
Preparación del terreno	266
Método de siembra	266
Almácigas o semilleros	267
Distancia de siembra	267
Manejo del agua	267
Período de desyerbe	268
Métodos de control manual de malezas	268

	<u>El control químico de malezas</u>	268
	Conclusiones	271
<u>Trigo y cebada</u>	R.L. Zimdahl	273
	<u>Introducción</u>	273
	<u>Control de malezas</u>	273
	<u>Métodos culturales</u>	273
	<u>Métodos mecánicos</u>	275
	<u>Métodos biológicos</u>	276
	<u>Métodos químicos</u>	276
<u>Cereales tropicales</u>	K. Ampong-Nyarko	280
	<u>Introducción</u>	280
	<u>Maíz</u>	280
	<u>Problemas de malezas</u>	280
	<u>Control de malezas</u>	280
	<u>Manejo integrado de <i>Striga</i></u>	281
	<u>Sorgo</u>	282
	<u>Problemas de malezas</u>	282
	<u>Control de malezas</u>	282
	<u>Mijo perla</u>	283
	<u>Problemas de malezas</u>	284
	<u>Control de malezas</u>	284
Capítulo 14	Leguminosas y hortalizas	287
Leguminosas	R. de la Cruz, K. Ampong-Nyarko, R. Labrada y A. Merayo	289
	<u>Frijol</u>	289
	<u>Introducción</u>	289
	<u>Problemas de malezas</u>	289
	<u>Control de malezas</u>	290
	<u>Soya (soja)</u>	292
	<u>Introducción</u>	292
	<u>Métodos de control</u>	292
	<u>Caupí</u>	293
	<u>Introducción</u>	293
	<u>Problemas de malezas</u>	293
	<u>Control de malezas</u>	293
	<u>Manejo integrado de <i>Striga gesnerioides</i> y <i>Alectra vogelii</i></u>	295
<u>Hortalizas</u>	R. Labrada	298
	<u>Introducción</u>	298
	<u>Almácigas o semilleros</u>	399
	<u>Desyerbe manual</u>	399
	<u>Fumigantes del suelo</u>	300
	<u>Herbicidas</u>	300
	<u>Solarización</u>	300

Siembras directas y de trasplante	301
Rotación de cultivos	301
Preparación del terreno	302
Cultivos intercalados y de relevo	302
Labores de cultivo entre surcos o hileras	303
Uso de materiales para acolchado	303
Control químico de malezas	304
Capítulo 15 Raíces y tubérculos	309
Papa (patata)	P.G. Americanos
Introducción	311
El problema de malezas	312
Control de malezas	312
Métodos culturales y físicos	312
Métodos químicos	313
Recomendaciones	315
Raíces y tubérculos tropicales	K. Ampong-Nyarko
Introducción	317
Ñame	317
Problemas de malezas	317
Control de malezas	317
Malanga	318
Problemas de malezas	319
Control de malezas	319
Casava (yuca)	320
Problemas de malezas	321
Control de malezas	321
Patata dulce (camote o boniato)	322
Problemas de malezas	322
Control de malezas	323
Capítulo 16 Frutales	325
Banano	P.J. Terry
Introducción	327
Problemas de malezas	327
Manejo de malezas	327
Preparación del terreno	328
Control mecánico de malezas	328
Control cultural de malezas	328
Control biológico de malezas	329
Control químico de malezas	329
Cítricos	M. Singh y Siyuan Tan
Introducción	333
Métodos de manejo de malezas	333
Prevención	333

Métodos físicos	333
Métodos culturales	334
Control biológico	336
Control químico	336
Integración de programas de manejo de malezas	337
Viñas (vid)	P.G. Americanos
Introducción	341
El problema de malezas	341
Control de malezas	341
Labores de cultivo	341
Control químico	342
Capítulo 17 Cultivos de plantas oleaginosas y de fibras	347
Oleaginosas	P.G. Americanos
Introducción	349
El problema de malezas	349
Métodos de control de malezas	349
Coco y palma de aceite	351
Olivos	352
Cacahuete (maní)	353
Sésamo	353
Colza	354
Girasol	355
Cártamo	356
Graminíneas	357
Algodón	N.E.de M. Beltrao
Introducción	359
El problema de malezas	359
Control de malezas	359
Prevención	360
Preparación del terreno	360
Rotación e intercalado de cultivos	360
Labores de cultivo mecánico	362
Herbicidas	362
Capítulo 18 Cultivos industriales	367
Caña de azúcar	J.C. Díaz y R. Labrada
Introducción	369
Flora de malezas	369
Competencia de malezas	370
Control de malezas	370
Preparación del terreno y rotación de cultivos	370
Cultivos asociados	370
Distancia estrecha entre surcos	370
Acolchado o cobertura de residuos	371

	<u>Variedades de caña de azúcar</u>	371
	<u>Desyerbe manual</u>	371
	<u>Control químico de malezas</u>	371
<u>Café</u>	<u>R.K. Nishimoto</u>	375
	<u>Introducción</u>	375
	<u>Malezas y sus efectos</u>	375
	<u>Control de malezas</u>	375
	<u>Métodos culturales y físicos</u>	376
	<u>Herbicidas</u>	378
	<u>Conclusiones</u>	379
<u>Té</u>	<u>P.B. Ekanyake</u>	382
	<u>Introducción</u>	382
	<u>Métodos de control de malezas</u>	382
	<u>Desyerbe manual</u>	382
	<u>Métodos culturales</u>	382
	<u>Control químico de malezas</u>	383
<u>Caucho</u>	<u>L. Samarappuli</u>	386
	<u>Introducción</u>	386
	<u>Manejo de malezas</u>	386
	<u>Desyerbe manual</u>	386
	<u>Manejo de coberturas</u>	387
	<u>Acolchado</u>	388
	<u>Cultivos asociados</u>	388
	<u>Pastoreo animal</u>	389
	<u>Herbicidas</u>	389
	<u>Conclusiones</u>	389
<u>Tabaco</u>	<u>R. Labrada</u>	391
	<u>Introducción</u>	391
	<u>Camas para semilleros</u>	391
	<u>Áreas de trasplante</u>	391
	<u>Control de <i>Orobanche</i></u>	392

<u>INDICE DE ESPECIES</u>	395
---------------------------	-----

PREFACIO DE LA VERSION ORIGINAL

Las malezas son plantas hábiles para explotar un medio alterado. En ecosistemas naturales no perturbados, éstas pueden estar ausentes o raramente encontradas, pero tan pronto el suelo es cultivado, se crean las condiciones para su desarrollo. De aquí que las malezas sean inevitables e indeseables compañeras de las plantas cultivables desde los albores de la agricultura.

Aunque las malezas han sido controladas sustancialmente en los países más industrializados, ellas continúan demandando inmensa fuerza de trabajo en los países de regiones del mundo con menor desarrollo, especialmente en los trópicos. Los pequeños agricultores aún consumen más del 40% de su tiempo laboral en labores de desyerbe. Aún con todo este esfuerzo, las malezas siguen causando pérdidas sustanciales de la producción agrícola, posiblemente superior al ocasionado por otras plagas y enfermedades de manera conjunta.

El progreso en materia de manejo mejorado de malezas al nivel del pequeño agricultor con recursos técnicos y financieros limitados es aún, lamentablemente, escaso. Sin embargo, ha habido bastante desarrollo a nivel mundial y es esencial que el mismo sea conocido y explotado dondequiera que los métodos puedan resultar de ayuda. Este libro pretender actualizar la información existente, de manera que el agricultor no sufra de trabajo innecesario o pérdidas de cosecha por falta de conocimiento útil. El mismo está destinado para su uso por todos los investigadores, extensionistas y agentes de desarrollo con responsabilidad en la asistencia directa o indirecta al agricultor en el manejo de sus problemas de malezas.

Diferentes capítulos aportan antecedentes sobre la naturaleza de las malezas y sus efectos competitivos sobre los cultivos; los principales enfoques en el manejo de malezas, sea cultural, físico, biológico o químico, y sobre aspectos económicos de los diferentes sistemas y su integración. Un grupo de las especies más importantes o géneros de éstas han sido descritas individualmente, donde aparecen elementos de su biología y control. Finalmente se exponen algunos capítulos sobre el control de malezas en los principales cultivos.

Se enfatizó, siempre que fue posible, la explotación de métodos no químicos de control, aceptados universalmente para la agricultura de bajos ingresos. No se propone ni es deseable que el uso de los herbicidas se convierta en el método dominante de control como ha sucedido en los países industrializados, aunque éste igualmente ofrece soluciones técnicas a varios problemas, que aplicados cuidadosamente e integrados con otros métodos, pueden resultar ventajosos en el orden económico, social y aceptable para el ambiente al nivel de la pequeña finca.

La FAO desea expresar su más profunda gratitud a todos los autores que colaboraron en la preparación de este volumen. Los editores también agradecen a Carole Scott por la preparación de esta copia lista para su reproducción.

Ricardo Labrada FAO, Rome

John Caseley Long Ashton Research Station, Universidad de Bristol

Chris Parker 5, Royal York Crescent, Bristol

PREFACIO A LA PRESENTE EDICION

Por el interés que ha despertado, sobre todo por profesores de ciencias agronómicas y estudiantes interesados en aspectos sobre manejos agrícolas en países del Tercer Mundo, la versión en inglés del libro "Manejo de Malezas para Países en Desarrollo", la FAO ha decidido publicar su versión en español, la que podrá ser utilizada por técnicos, profesores y estudiantes principalmente de América Latina y España.

El manejo de malezas es un problema serio en América Latina, ya que existe un amplio sector agrícola pobre, más bien con una economía de subsistencia, que requiere de la asesoría en métodos efectivos y económicamente factibles para combatir las malezas para así reducir el tiempo que invierte en labores de deshierbes manuales. El libro "Manejo de Malezas para Países en Desarrollo", que contó con la contribución escrita de más de 30 especialistas de renombre en el campo de las malezas, es un material que proporciona información útil a los investigadores y extensionistas agrícolas interesados en el control de malezas, que además puede ser utilizado por estudiantes de pre-grado o pos-grado en agronomía y biología.

La presente edición se ha tratado de reproducir casi idéntica a su versión original, ningún cambio como tal fue introducido y se tomó muy en cuenta la variedad de términos existentes en América Latina para denominar una planta cultivable o una maleza, por lo que en muchos casos se decidió optar por un nombre aceptado e incluido en los diccionarios contemporáneos de lengua castellana o aceptado ampliamente en América Latina. En el caso de las malezas, se utilizó mayormente el nombre científico de la especie. En algunos casos se incluyeron sinónimos para así facilitar la comprensión.

La denominación de los distintos compuestos herbicidas se trató de respetar al máximo, con un mínimo de hispanización, para también evitar confusiones a la hora de su identificación. Los nombres comunes fueron siempre utilizados y en modo alguno sus equivalentes comerciales.

Los editores de esta versión esperan que el material sea de la utilidad de los interesados y recibirán con agrado cualquier sugerencia para trabajos futuros, también agradecen la gentil cooperación del Sr Reynaldo Labrada en la realización de los dibujos e ilustraciones del libro en español.

Ricardo Labrada Servicio de Protección Vegetal, FAO, Roma
Juan Carlos Díaz Díaz Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar,
la Habana, Cuba

LISTA DE CONTRIBUYENTES

Dr P.G. Americanos,
Agricultural Research Institute,
Ministry of Agriculture and Natural Resources,
P.O. Box 2016,
Nicosia,
Chipre

Dr K. Ampong-Nyarko,
International Centre of Insect Physiology and Ecology,
P.O. Box 30772,
Nairobi,
Kenya

Dr B.A. Auld,
Agricultural Research and Veterinary Centre,
Orange,
New South Wales 2800,
Australia

Dr N.E. de M. Beltrao,
Centro Nacional de Pesquisa do Algodao,
CNP/EMBRAPA,
Campina grande,
Brasil

Dr J.C. Caseley,
Department of Agricultural Sciences,
University of Bristol,
AFRC Institute of Arable Crops Research,
Long Ashton Research Station,
Bristol BS18 9AF,
Reino Unido de Gran Bretaña

Dr M.J.W. Cock,
International Institute of Biological Control,
Silwood Park,
Ascot,
Berks SL5 7PY,
Reino Unido

Dr R. de la Cruz,
Proyecto MIP,
CATIE,
Turrialba,
Costa Rica

Dr J.C.D. Díaz,
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar,
Van Troi Ave. # 17203, Apdo. 6070
Boyeros, Habana, 19210
Cuba

Dr Jerry D. Doll,
Department of Agronomy,
University of Wisconsin,
Madison,
Wisconsin 53706,
Estados Unidos de América

Dr P.B. Ekanayake,
Agronomy Division,
Tea Research Institute of Sri Lanka,
St Coombs,
Talawakele
Sri Lanka

Dr I.W. Forno,
CSIRO Division of Entomology,
PMB 3,
Indooroopilly,
Queensland 4068,
Australia

Dr L. García Torres,
Instituto de Agricultura Sostenible,
Apartado 4240,
Cordoba 14080,
España

Dr K.L.S. Harley,
CSIRO Division of Entomology,
PMB 3,
Indooroopilly,
Queensland 4068,
Australia

Dr S.F. Helfgott,
Universidad Agrícola "La Molina",
Lima, Perú

Dr R. Labrada,
Plant Protection Service,
Plant Production and Protection Division,
Food and Agriculture Organization of the United Nations,
Viale della Terme di Caracalla,
Roma 00100,
Italia

Dr W.M. Lonsdale,
CSIRO Division of Entomology,
PMB 44, Winnellie,
NT 0821, Australia

Mr A. Merayo,
Proyecto MIP,
CATIE,
Turrialba,
Costa Rica

Dr K. Moody,
International Rice Research Institute,
P.O. Box 933,
1099 Manila,
Filipinas

Dr A.M. Mortimer,
Department of Environmental and Evolutionary Biology,
The University of Liverpool,
P.O. Box 147,
Liverpool L69 3BX,
Reino Unido de Gran Bretaña

Dr R. Muniappan,
Agricultural Experiment Station,
University of Guam,
Mangilao,
Guam 96923,
Estados Unidos de América

Dr L.J. Musselman,
Department of Biological Sciences,
Old Dominion University,
Norfolk,
Virginia 23529-1266,
Estados Unidos de América

Dr R.K. Nishimoto,
Department of Horticulture,
University of Hawaii,
Honolulu,
Hawaii 96822
Estados Unidos de América

Mr C. Parker,
Weed Science Consultant,
5, Royal York Crescent,
Bristol BS8 4JZ,
Reino Unido de Gran Bretaña

Dr A.H.Pieterse,
Rural Development Department,
Royal Tropical Institute,
1092 AD Amsterdam,
Países Bajos (Holanda)

Dr P.M. Room,
CSIRO Division of Entomology,
PMB 3,
Indooroopilly,
Queensland 4068,
Australia

Dr L. Samarappuli,
Soils and Plant Nutrition Department,
Rubber Research Institute of Sri Lanka,
Dartnfield,
Agulanatta,
Sri Lanka

Dr J. Sauerborn,
Institute of Plant Production in the Tropics and Subtropics,
University of Hohenheim,
P.O. Box 700562,
D-7000 Stuttgart 70,
Alemania

Dr M. Shenk,
Integrated Plant Protection Center,
Oregon State University,
Corvallis
Oregon 97331-3904
Estados Unidos de América

Dr Megh Singh,
Citrus Research and Education Center,
University of Florida - IFAS,
Lake Alfred,
Florida 33850,
Estados Unidos de América

Dr Siyuan Tan,
Citrus Research and Education Center,
University of Florida - IFAS,
Lake Alfred,
Florida 33850,
Estados Unidos de América

Dr J.T. Swarbrick,
15, Katoomba Crescent,
Toowoomba,
Queensland 4350,
Australia

Mr P.J. Terry,
Department of Agricultural Sciences,
University of Bristol,
AFRC Institute of Arable Crops Research,
Long Ashton Research Station,
Bristol BS18 9AF,
Reino Unido de Gran Bretaña

Dr Yang-han Li,
Weed Research Laboratory,
Nanjing Agricultural University,
Nanjing 210014,
China

Dr R.L. Zimdahl,
Department of Plant Pathology and Weed Science,
Colorado State University,
Fort Collins,
Colorado 80523,
Estados Unidos de América

Mr G. Zuñiga,
Proyecto MIP,
CATIE,
Turrialba,
Costa Rica

Notas sobre el uso de este volumen

Nombres comunes de herbicidas. Cualquier referencia a los herbicidas es dada por sus nombres comunes aprobados por ISO o en su defecto por la Sociedad Americana de Ciencia de Malezas (WSSA), los que normalmente aparecen publicados en las ediciones periódicas de Weed Abstracts y Weed Science, respectivamente. El uso eventual de un nombre comercial es sólo al objeto de aclarar y no significa ningún reconocimiento específico al mismo.

Uso y dosis de herbicidas. Las indicaciones de los herbicidas y rango de dosis para su aplicación contra determinadas malezas o en cultivos particulares, como así aparecen en las tablas o en el texto, sólo son una guía y no constituyen recomendaciones de uso. Es esencial revisar todas estas indicaciones y compararlas con las recomendaciones y regulaciones locales antes de su uso por los agricultores. Las dosis, a menos que se indique lo contrario, aparecen en su equivalente de materia activa por hectárea.

Abreviaciones. En las Tablas el significado de las abreviaciones es de la manera siguiente:

- Pre** pre-emergente (antes de la emergencia de la maleza o cultivo)
- Post** post-emergente (después de la emergencia de la maleza o cultivo)
- PPI** pre-plantación o pre-siembra incorporado (mezclado con el suelo antes de la siembra o plantación)
- DS** aplicación dirigida (dirigida sobre las malezas y evitando el contacto con la planta cultivable)

Otras abreviaciones son explicadas al pie de cada tabla individualmente.

Aclaración. Los puntos de vista e interpretaciones en esta publicación son aquellos de los autores y no deben ser atribuidos a la FAO o cualquier otra organización.

LISTA DE ILUSTRACIONES

- 1a. Inflorescencia de *Avena fatua*
- 1b. Espiguillas de especies de *Avena*
- 1c. *Cynodon dactylon*
- 1d. Planta de *Cyperus rotundus* con inflorescencia y tubérculos

- 2a. *Echinochloa crus-galli*
- 2b. *Imperata cylindrica*
- 2c. *Pennisetum clandestinum*, en floración y vástagos vegetativos
- 2d. *Rottboellia cochinchinensis*

- 3a. *Sorghum halepense*, base de la planta y rizoma joven
- 3b. *Chromolaena odorata*
- 3c. *Convolvulus arvensis*
- 3d. *Euphorbia heterophylla*

- 4a. *Lantana camara*, forma de flores rosadas
- 4b. *Mimosa pigra*
- 4c. *Parthenium hysterophorus* plántula
- 4d. *Parthenium hysterophorus* en floración

- 5a. *Eichhornia crassipes*
- 5b. *Eichhornia crassipes*, infestación extensa
- 5c. *Salvinia molesta*
- 5d. *Cyrtobagous salviniae*, insecto para el control biológico de *S. molesta*

- 6a. *Cuscuta japonica* vástagos vegetativos
- 6b. *Cuscuta japonica* en floración
- 6c. *Cuscuta campestris*

- 7a. *Orobancha aegyptiaca*
- 7b. *Orobancha ramosa*
- 7c. *Orobancha crenata*
- 7d. *Orobancha cernua*

- 8a. *Striga hermonthica*
- 8b. *Striga aspera*
- 8c. *Striga asiatica*
- 8d. *Striga gesnerioides*

CAPITULO 1

EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CONTEXTO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CONTEXTO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

R. Labrada y C. Parker

Aquellas plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables son consideradas malezas.

Muchas plantas comúnmente clasificadas como malezas pueden ser utilizadas para fines alimenticios o medicinales, como por ejemplo: *Portulaca oleracea* L. y *Petiveria alliacea* L. entre muchas otras. Además, muchas malezas que se desarrollan en áreas sometidas a barbecho sirven para prevenir la erosión del suelo y para reciclar los nutrientes minerales del suelo. Por el contrario, varias plantas cultivables que aparecen como indeseables en áreas de cultivo diferente son correctamente consideradas como malezas. Por lo que debe quedar claro que "malezas" es un concepto relativo y antropocéntrico, pero en modo alguno constituye una categoría absoluta. Sin embargo, en las situaciones agrícolas las malezas, como producto de la alteración de la vegetación natural, son plantas indeseables y, posiblemente, constituyen el componente económico más importante del total del complejo de plagas, que también incluye insectos, ácaros, vertebrados, nemátodos y patógenos de plantas.

Las pérdidas anuales causadas por las malezas en la agricultura de los países en desarrollo ha sido estimada ser del orden de 125 millones de t de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas (Parker y Fryer 1975).

Es bien sabido que las malezas compiten con las plantas cultivables por los nutrientes del suelo, agua y luz. Estas plantas indeseables sirven de hospederas a insectos y patógenos dañinos a las plantas cultivables. Sus exudados radicales y lixiviados foliares resultan ser tóxicos a las plantas cultivables. Las malezas también obstruyen el proceso de cosecha y aumentan los costos de tales operaciones. Además, al momento de la cosecha las semillas de las malezas contaminan la producción obtenida. De esta forma, la presencia de las malezas en áreas cultivables reduce la eficiencia de la fertilización y la irrigación, facilita el aumento de la densidad de otras plagas y al final los rendimientos agrícolas y su calidad decrecen severamente.

En cualquier sistema agrícola varias operaciones son dirigidas netamente al control de malezas. La preparación del terreno y las labores de cultivo en el ciclo de las plantas cultivables tienen como objetivo principal el combate de malezas.

El control de malezas no desarrollado a tiempo puede causar serios problemas, no sólo a las áreas cultivables, donde inciden, sino también a áreas cultivables vecinas. La observación personal confirma que un control de malezas retardado en caña de azúcar, con un desarrollo avanzado de insectos dañinos sobre las malezas presentes en las áreas del cultivo indicado, provoca la migración de los insectos sobre áreas de pastos adyacentes. Tan pronto como las malezas fueron controladas en la caña de azúcar, los insectos se trasladaron a las áreas de pastos, las que, por demás, son hospederas más adecuadas de estas plagas que las plantas de caña. En áreas de arroz no es posible lograr un buen manejo de los insectos del género *Sogat* si las malezas gramíneas no son eliminadas en el cultivo y en los canales de irrigación.

Estos son sólo algunos ejemplos de la importancia del control de malezas practicado a tiempo en cualquier sistema de cultivo. Desafortunadamente, como Akobundu (1987) indicase, las malezas son plagas subestimadas en la agricultura tropical.

¿Control o manejo?

Resulta más contemporáneo el uso del término "manejo" en lugar de "control". En ocasiones se ha considerado que "control de malezas" implica aniquilar o erradicar tal vegetación. De hecho es poca la diferencia en el significado básico de los dos términos y ambos son usados indistintamente en este volumen. Ninguno de los dos significa "aniquilar" y es poco importante cual término sea utilizado. Lo importante es saber que es innecesario eliminar completamente la población de malezas, ya que lo esencial es regularla o manejarla a un nivel tal que su daño económico sea reducido.

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El manejo integrado de plagas ha sido definido como "el sistema de manejo de plagas, que en el contexto de la asociación del medio y la dinámica poblacional de las plagas, utiliza todas las técnicas y métodos adecuados de forma compatible, manteniendo las poblaciones nocivas a niveles por debajo de aquéllos causantes de daño económico". Desde su adopción, el MIP se ha convertido en la base de todas las actividades de protección vegetal de la FAO, ya que el mismo contribuye directamente al desarrollo de una agricultura sostenible. El incentivo para el desarrollo y adopción del MIP ha sido producto de las consecuencias alarmantes del uso indiscriminado de plaguicidas, que ha tenido un impacto negativo sobre el ambiente, la salud de los agricultores y consumidores, los costos de producción, el balance ecológico de las poblaciones de plagas y resistencia de las mismas a los plaguicidas en uso.

El MIP puede verse en tres niveles, donde el objeto de control (a) es una sola especie de plaga, (b) un rango de insectos o malezas y (c) una composición completa de todos estos organismos nocivos. El concepto de MIP tiene su origen en la entomología, que se ha traducido en programas de control cultural y biológico, plantas hospederas resistentes, prácticas agrícolas apropiadas y uso racional de plaguicidas, que a la postre se ha demostrado superior en el plano económico y sostenible que el uso creciente de plaguicidas.

Los principios del MIP no han sido todavía aplicados de manera sistemática al manejo de malezas, pero estos son plenamente válidos para este fin. Los métodos tradicionales ya se basan en la integración de una variedad de métodos culturales y físicos. El uso continuado de estos métodos, conjuntamente con la aplicación moderada de herbicidas, ha demostrado ventajas en comparación al uso excesivo de herbicidas. Esta última práctica puede ocasionar desequilibrios indeseables de la flora y provocar la predominancia de poblaciones de especies perennes u otras resistentes a los herbicidas en uso.

Para el desarrollo del MIP se requieren conocimientos básicos y el desarrollo de investigaciones a nivel de campo, con lo cual se logra una comprensión más cabal de la influencia de los factores bióticos y abióticos que regulan el comportamiento de las plagas o malezas. Estos conocimientos también facilitan la predicción de los efectos de

las estrategias de combate que se adopten en un cultivo determinado. La investigación debe cambiar su enfoque a fin de ampliar las bases de esta disciplina para así satisfacer las necesidades del agricultor.

Los conocimientos básicos para un manejo de malezas adecuado son:

1. Identificación de las malezas y su nivel de infestación.
2. Biología y ecología de las especies de malezas predominantes.
3. El efecto competitivo y los umbrales económicos de las especies de malezas predominantes.
4. Métodos de control técnicamente efectivos, económicamente viables y seguros para el ambiente.

Inventario de malezas y dinámica poblacional

Una base fundamental para un correcto manejo de malezas es conocer las especies presentes y su nivel de infestación. La identificación de malezas, sobre todo perennes y parásitas, debe ser precisa, ya que estas especies no suelen responder a las prácticas tradicionales de combate. La identificación de las especies anuales es primordial en áreas sometidas a aplicaciones de herbicidas y al conocer los componentes de la flora y su nivel de infestación, se estará en mejor posición para seleccionar el compuesto químico a utilizar. Los niveles exactos de infestación son esenciales en áreas donde se aplica el criterio de umbral económico. La identificación de las especies de malezas puede realizarse con la ayuda de los manuales existentes y publicados en muchos países y regiones del mundo. Los métodos para evaluar los niveles de infestación pueden ser visuales, estimando el nivel de cobertura de las malezas o a través de conteos (Labrada 1992). Estos métodos deben ser practicados cuidadosamente, pero no deben ser prolongados en el tiempo de su ejecución (Koch 1989).

Características bio-ecológicas de las especies de malezas predominantes

Es vital conocer las características de las distintas fases de desarrollo de las especies de malezas más importantes. Estas fases incluyen: latencia, germinación, desarrollo de la plántula, emergencia, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, madurez y dispersión de semillas. La influencia favorable o desfavorable de los factores bióticos y abióticos sobre cada fase debe ser también estudiada. Toda esta información, obtenida por observación directa o a través de la literatura existente, contribuirá a un mejor diseño de las medidas de combate. El Capítulo 2 reseña una información más detallada de estos aspectos.

Período crítico de la competencia de malezas y umbrales económicos

Es sabido que las malezas causan su mayor daño a las plantas cultivables durante ciertos períodos de su crecimiento y las medidas de control durante este período son de especial importancia. Las malezas, que se desarrollan en períodos más tardíos del crecimiento de las plantas cultivables, suelen causar daños de menor importancia. En la agricultura tradicional, el conocimiento del denominado "período crítico" permite al agricultor hacer un uso más eficiente de los limitados recursos de que dispone, lo que se revierte en un ahorro sustancial del tiempo y otros gastos por concepto de control de malezas. Si la

infestación presente consiste sólo de una especie predominante, lo más indicado es el uso del criterio de umbral económico, o sea la densidad de la especie que interfiere significativamente con el cultivo y que justifica plenamente la realización de la medida para su control. El uso de los umbrales económicos es también apropiado en aquellas áreas, donde los herbicidas se utilizan intensivamente, ya que su aplicación tiende normalmente a provocar la presencia de especies tolerantes o resistentes, lo que al final obliga a realizar una aplicación herbicida post-emergente suplementaria. Los Capítulos 3 y 12 proporcionan más detalles sobre estos aspectos.

Interacción de las malezas con otras plagas

La identificación de las especies de malezas que sirven de hospederas alternativas de distintas especies de insectos es importante a fin de definir los efectos directos de estas plantas indeseables sobre las poblaciones de insectos (Settele y Braun 1986). Las malezas también hospedan varios patógenos dañinos a las plantas cultivables. La conformación de una lista de las especies de malezas con el nombre de las especies de insectos, ácaros y patógenos que hospedan es algo deseable a disponer en cada región agrícola. La interacción entre las malezas y las plagas asociadas debe ser objeto de correcta comprensión para el mejor desarrollo de las prácticas de MIP. A veces es aconsejable dejar una pequeña población de ciertas especies de malezas a fin de garantizar el desarrollo de depredadores importantes de insectos. Sin embargo, la práctica demuestra que por lo general el control de malezas suele reducir la incidencia de otras plagas y enfermedades.

Métodos de control de malezas

Existen varios métodos para el control de las malezas o para reducir su infestación a un determinado nivel, entre estos:

1. Métodos preventivos, que incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
2. Métodos físicos: arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.
3. Métodos culturales: rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua.
4. Control químico a través del uso de herbicidas.
5. Control biológico a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas.
6. Otros métodos no convencionales, p.ej. la solarización del suelo.

Ninguno de estos métodos debe ser perdido de vista en un sistema agrícola de producción, ya que los mismos pueden resultar efectivos técnica y económicamente a los pequeños agricultores. Incluso el arranque manual, considerado correctamente como

labor tediosa y penosa, es una práctica vital complementaria, aún cuando los herbicidas sean utilizados, ya que previene el aumento de poblaciones resistentes o tolerantes de las malezas. Esta práctica es también la más pertinente en áreas, donde el nivel de infestación de malezas es bajo y se necesita la prevención del aumento del banco de semillas de malezas en el suelo.

Todos estos métodos serán descritos en detalle en otros capítulos de este libro.

Control químico de malezas

Un espacio especial es requerido para abordar el tópico sobre el control químico de malezas y el uso de herbicidas. Es realmente cierto que el éxito en la agricultura de los países desarrollados en las últimas décadas se debe en gran medida al uso de los herbicidas. La situación del agricultor de los países en desarrollo, sin embargo, difiere mucho de las de los países desarrollados. Los pequeños agricultores de los países pobres no poseen el poder económico que les permita adquirir herbicidas y los equipos indispensables para su aplicación, no excluida la compra de una simple mochila de aspersión. Además, en muchos países en desarrollo, el nivel cultural de los agricultores es sumamente bajo (por lo general, son analfabetos), lo que hace difícil el proceso de capacitación en el uso adecuado de herbicidas y en las formas de evitar los efectos secundarios indeseables que estos productos químicos puedan causar, sobre todo cuando se aplican a dosis superiores a las normalmente recomendadas. Esto en ocasiones se traduce en problemas de fitotoxicidad sobre los cultivos de interés, efectos residuales en el suelo y afectaciones directas a la salud del agricultor.

Estas consideraciones no siempre han sido tomadas en cuenta por los promotores del control químico de malezas. Sencillamente se ha supuesto que el mismo éxito alcanzado con una determinada dosis de un herbicida en la agricultura de los países desarrollados, se podrá lograr al nivel de la pequeña finca en los países en desarrollo. Alström (1990) ha subrayado los peligros de transferencia del éxito de uso del enfoque de método químico único de control de malezas de los países desarrollados a los de menor desarrollo. Este autor también añadió que el control químico es sólo posible practicar en grandes haciendas de los países del tercer mundo, que poseen una mejor posición económica. Alström propone la inclusión del uso de los herbicidas como componente menor de los esquemas de control de malezas en la agricultura de los países cálidos, de pequeños agricultores, y sólo utilizable para problemas específicos y no como práctica habitual.

Otra consideración, que parece ser una preocupación poco realista, es que el uso de herbicidas en los países en desarrollo podrá provocar un incremento de la desocupación. Esto puede ser cierto en regiones con grandes haciendas agrícolas, donde se emplea una fuerza de trabajo sustancial, pero no para la vasta mayoría de los pequeños agricultores, cuyas familias consumen gran parte de su tiempo laboral en operaciones de desyerbe, que podría ser útil en otras actividades.

En síntesis, es muy difícil definir cuando los herbicidas puedan ser utilizados al nivel de la pequeña finca. Una primera consideración debe ser que la recomendación de uso de un herbicida en la pequeña finca deberá estar basada en los resultados de efectividad técnica y económica derivados de la evaluación previa a nivel de campo realizada por

personal técnico oficial. Estos resultados, conjuntamente con los datos toxicológicos aportados por el productor del herbicida, proporcionarán la información suficiente para el registro oficial del herbicida en el país. La información técnica pertinente debe aparecer claramente expuesta en la etiqueta del envase, probablemente con ayuda de pictogramas útiles para el agricultor analfabeto. También debe ser dada a través de capacitación llevada a cabo por los extensionistas agrícolas. Como Akobundu (1989) dijese, una decisión de uso de un plaguicida debe estar basada en muchas consideraciones, una de ellas debe ser que el plaguicida haya sido aprobado como la opción de control más efectiva económicamente para el agricultor, así como que su uso no provocará efectos secundarios indeseables en el medio.

Limitantes para el desarrollo del manejo mejorado de malezas en los países en desarrollo

La mayor limitante para el desarrollo de un manejo de malezas adecuado en países en desarrollo es la ausencia de conciencia por parte de los agricultores y los oficiales de los gobiernos acerca de las pérdidas que causan las malezas y los métodos existentes para su control.

Este problema es posiblemente debido a:

- a) Falta de información de los servicios de extensión agrícola a los agricultores y gobiernos sobre los problemas causados por las malezas y las vías para su combate.
- b) Ausencia de vínculos efectivos entre las Unidades de Investigación Agrícola involucradas en el estudio de las malezas, y el Servicio de Extensión.
- c) Ausencia de investigaciones en manejo de malezas.

En muchos países en desarrollo, debido a la falta de fondos, no existe en absoluto un adecuado programa de investigaciones en materia de manejo de malezas. En el mejor de los casos, estos programas existen, pero son débiles en su fundamento, ya que carecen de un debido enfoque en materia de MIP. Esta debilidad está también dada por la falta de especialistas de protección vegetal bien formados, así como de especialistas de malezas en los países.

También es posible que en algunos de estos países, la ignorancia de los funcionarios sobre los problemas de malezas no les permita entender la importancia económica del manejo de éstas. En muchos casos, se cree que las malezas no son un problema agrícola o fitosanitario y que estas plantas indeseables pueden bien ser controladas a través de arranques o escardas manuales. Es obvio, que quien jamás haya desyerbado manualmente, no es probable que sea capaz de entender la necesidad de mejorar los métodos de control de malezas.

Los pequeños agricultores de los países en desarrollo consumen más del 40% de su tiempo en operaciones de desyerbe, lo que principalmente comprende el trabajo de mujeres y niños de la familia del agricultor. Los niños involucrados en estas labores, en muchos casos, no pueden asistir regularmente a la escuela.

Para revertir estos problemas se necesita de financiamiento para el desarrollo de programas de investigación-extensión, incluido el manejo de malezas como componente básico del MIP. Un requisito esencial en esta dirección es la capacitación y especialización del personal técnico nacional. sólo así los gobiernos y los agricultores podrán ser debidamente informados sobre los problemas que ocasionan las malezas y las vías mejoradas para su combate. La investigación aplicada en manejo de malezas debe ser llevada a cabo dentro de los correspondientes programas de investigaciones en manejo de cultivos. A veces los grupos de investigaciones en malezas dedican, posiblemente, el 85-90% de su tiempo en la realización de pruebas sencillas de herbicidas. Tales pruebas son importantes, pero la obtención de datos sobre la bioecología de las malezas, el período crítico de interferencia y el desarrollo de otros métodos de control deben ser parte integral de los estudios sobre malezas en ejecución. El objetivo debe ser desarrollar un nuevo enfoque para el manejo de malezas en países en desarrollo.

El éxito de cualquier programa agrícola dependerá de la aplicación inmediata de los resultados de investigación conjuntamente con el desarrollo de una campaña de alerta conducida por el servicio agrícola de extensión. Sólo así serán utilizadas las prácticas adecuadas de control de malezas.

En la agricultura tradicional, la estrategia de control de malezas requiere un nuevo enfoque, diferente al existente en países desarrollados. La elaboración de esquemas específicos de manejo de malezas para sistemas de producción de pequeños agricultores es un reto para los científicos dedicados a las malezas y una tarea a emprender, que a la postre resultará en la reducción de las pérdidas de producción causadas por las plantas indeseables en la agricultura de los países pobres o en desarrollo y en la elevación del bienestar del agricultor.

REFERENCIAS

- Akobundu I.O. 1987. *Weed Science in the Tropics-Principles and Practices*. John Wiley & Sons, Nueva York. 522 pp.
- Alström S. 1990. *Fundamentals of weed management in hot climate peasant agriculture. Crop Production Science 11*, Uppsala, 271 pp.
- Koch W. 1989. Principles of weed management (manuscript of a course). *Plits 7*, 85 p.
- Labrada R. 1992. Weed Management- a component of IPM. *Proceedings, International Workshop "Weed Management of Asia and the Pacific Region"*, IAST (Taegu, Korea) FAO, Special supplement No.7 pp 5-14.
- Parker C. y J. Fryer. 1975. Weed control problems causing major reduction in world food supplies. *FAO Plant Protection Bulletin 23*(3/4):83-95.
- Settele J. y M. Braun 1986. Some effects of weed management on insect pests of rice. *Plits 4*:83-100.

CAPITULO 2

LA CLASIFICACION Y ECOLOGIA DE LAS MALEZAS

LA CLASIFICACION Y ECOLOGIA DE LAS MALEZAS

A. M. Mortimer

LA CLASIFICACION DE LAS MALEZAS

Las malezas constituyen riesgos naturales dentro de los intereses y actividades del hombre (Mortimer 1990). Estas plantas son frecuentemente descritas como dañinas a los sistemas de producción de cultivos y también a los procesos industriales y comerciales. Por ejemplo, en muchos países en desarrollo, las líneas férreas pueden ser objeto de tanta atención, en términos financieros, por parte de los técnicos en malezas como la que se le da a cada unidad de área, donde se cultivan plantas de alto valor nutritivo. Asimismo, las malezas acuáticas pueden seriamente obstruir la corriente del agua y ocasionar inundaciones, que impiden el drenaje y, a través de una sedimentación elevada, deterioran gradualmente los canales. Por lo tanto, malezas son especies vegetales que afectan el potencial productivo de la superficie ocupada o el volumen de agua manejado por el hombre. Este daño puede ser medido como pérdida del rendimiento agrícola por unidad de área cultivable o también reflejando la afectación de la productividad de una empresa comercial. Malezas pueden considerarse todas aquellas plantas que provocan cambios desfavorables de la vegetación y que afectan el aspecto estético de las áreas de interés a preservar.

El mayor conocimiento del daño de las malezas proviene de las evaluaciones de pérdidas de cosechas agrícolas. De manera general, se acepta que las malezas ocasionan una pérdida directa aproximada de 10% de la producción agrícola. En cereales, esta pérdida es del orden de más de 150 millones de toneladas. Sin embargo, tales pérdidas no son iguales en los distintos países, regiones del mundo y cultivos afectados. En la década de 1980, se estimó que las pérdidas de la producción agrícola causada por las malezas ascendían a 7% en Europa y 16% en África, mientras que en el cultivo del arroz fueron de 10,6%, 15,1% en caña de azúcar y 5,8% en algodón (Fletcher 1983).

Un medio muy conveniente sería si todas las malezas podrían ser simplemente clasificadas por el daño económico que causan, pero como el Capítulo 12 ilustra, el daño económico relativo no es de vía directa de cálculo, ya que depende mucho de las consideraciones tecnológicas, así como del marco de tiempo para su cálculo.

La Tabla 1 reseña 18 especies de malezas consideradas en 1977 como las importantes a nivel mundial, relación basada en su distribución y predominio en los cultivos. La agrupación de las malezas es bastante subjetiva y cualquier otra clasificación está muy lejos de ser absoluta. Su actualidad puede variar debido a que especies anteriormente no destacadas pueden convertirse en importantes, mientras que otras consideradas como tal, pueden declinar en su abundancia y frecuencia en un período corto de tiempo. La lista de especies de malezas reflejadas en la Tabla 1 y también descritas en este libro incluye plantas dicotiledóneas y monocotiledóneas, así como especies anuales y perennes. Típicamente, una comunidad de especies en las áreas cultivables contiene representantes de un número de familias y géneros. Mientras que las malezas, desde un punto de vista antropocéntrico, pueden ser definidas como plantas "fuera de lugar", es frecuentemente difícil clasificarlas sobre una base estrecha de criterios botánicos (p.ej. morfológicos,

fenológicos o taxonómicos). Por consiguiente, las guías de clasificación de las especies indeseables se realizan normalmente en función del habitat o de las áreas afectadas.

Tabla 1. Las malezas más importantes del mundo. De acuerdo a Holm *et al.* 1977.

Rango	Especies	Formas de Crecimiento*	
1	<i>Cyperus rotundus</i> L.	P	M
2	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	P	M
3	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	A	M
4	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	A	M
5	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	A	M
6	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	P	M
7	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeuschel	P	M
8	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	P	M Ac.
9	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	A	D
10	<i>Chenopodium album</i> L.	A	D
11	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	A	M
12	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	P	D
13	<i>Avena fatua</i> L. y especies afines	A	M
14	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	A	D
15	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	A	D
16	<i>Cyperus esculentus</i> L.	P	M
17	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg	P	M
18	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton	A	M

* A = anual; Ac = acuática; D = dicotiledónea; M = monocotiledónea; P = perenne

Los orígenes de la flora indeseable

El desarrollo de una flora indeseable puede ser provocado por la combinación de procesos ecológicos y de evolución. Es verdaderamente probable que una especie se convierta en maleza debido a cambios del habitat, ya que el proceso de selección es esencialmente una alteración ecológica. Al nivel de escalas ecológicas de tiempo, se puede distinguir la pre-adaptación y la inmigración, procesos ambos dominantes en la

presencia de las malezas en el habitat. La aparición de especies resistentes a los herbicidas y la caracterización de especies dentro del taxón correspondiente es un buen ejemplo de la escala de tiempo evolucionaria.

Procesos ecológicos en el desarrollo de la flora indeseable. Las especies pre-adaptadas a ser malezas son aquéllas presentes en la flora natural de un área no cultivada. Estas pasan a ser componentes de la flora del área cultivada como consecuencia de la selección interespecífica. Los efectos combinados del manejo del terreno por el hombre constituyen el agente promotor de la selección interespecífica. En la agricultura y la horticultura, la preparación del terreno, la selección de la planta cultivable, las prácticas asociadas y los métodos de cosecha son elementos determinantes en la selección que ocurre en un habitat. Las prácticas agrícolas, como la destrucción de la biomasa aérea, seguidas del cultivo del suelo ocasionan la selección de especies que logran sobrevivir las perturbaciones periódicas del habitat, usualmente a través de la adopción de formas de vida subterránea o latentes (p.ej. semillas¹, rizomas). La competencia de la planta cultivable puede también influir como agente de selección de malezas, que son capaces de un establecimiento sincronizado con el cultivo a ritmos rápidos de crecimiento. Las prácticas que eliminan selectivamente la biomasa de malezas al momento de la cosecha pueden igualmente favorecer la aparición de especies individuales que se propagan antes de la propia cosecha. En áreas industriales y comerciales, la destrucción física repetida de la parte aérea de la planta, sobre todo en operaciones habituales de desbroce o desyerbe, tiende a seleccionar especies perennes que poseen estructuras subterráneas regeneradoras. Las especies pre-adaptadas son aquellas que poseen una serie de características bio-históricas que condicionan un crecimiento rápido de la población, bajo sistemas particulares de manejo, impuestos por la acción del hombre. El acontecimiento de este fenómeno dependerá de la fuente de propágulos invasores a diseminarse en espacios determinados del habitat en cuestión y de la velocidad de reproducción de la especie en dicho habitat.

En la agricultura nómada, las operaciones de desmonte y la perturbación del suelo dan señales para la germinación de las semillas de las especies residentes y las malezas presentes pueden ser aquellas plantas conocidas como hábiles para colonizar el terreno desnudo. Los registros arqueológicos de los albores de la agricultura de muchas partes del mundo indican que los granos estaban contaminados con semillas de malezas conocidas hoy en día como colonizadoras. La selección interespecífica de las malezas por la agricultura nómada conduce a una comunidad de malezas, que es inherentemente un reflejo instantáneo de la flora residente latente en el suelo. Con el cultivo continuado la duración de la selección interespecífica aumenta y sobre la superficie del terreno se desarrollará una flora indeseable que característicamente refleja, tanto el tiempo como el tipo de cultivo. Aunque con algunas especies en común, la comunidad de malezas de los cultivos otoñales diferirá de los primaverales en las regiones de clima templado. El tipo de suelo y las condiciones climáticas locales diferencian aún más la flora de malezas (p.ej. Hidalgo *et al.* 1990). En el desarrollo de la agricultura moderna, antes del uso extensivo de los medios químicos de control de malezas, el reconocimiento de la

¹ El término semillas es aquí usado para las unidades zigóticas de dispersión de plantas y no en un sentido estrictamente botánico.

importancia del cultivo como agente de selección interespecífica dio lugar a la introducción de la rotación de cultivos como método de control de malezas (Lockhart *et al.* 1990). En el pasado más reciente, cuando los herbicidas se aplicaron extensamente para el control de malezas dicotiledóneas, las especies gramíneas comenzaron a predominar en abundancia. De esta forma, el control químico también constituye una fuerza selectiva (Fryer 1979).

Las especies pre-adaptadas a convertirse en maleza esperan el momento oportuno dentro del sistema de producción vegetal (Mortimer 1990) y la alteración del hábitat por los manejos agrícolas suele causar rápidos cambios de la abundancia relativa de estas plantas indeseables. Especies consideradas previamente ruderales o parte de la flora natural se convierten en malezas inminentes.

Un ejemplo lo es *Mikania micrantha* H.B.K., una maleza nociva que se ha diseminado extensamente en las regiones altas del nordeste de la India (Parker 1972). La frecuente perturbación del ecosistema forestal debido a los desmontes y quemas es la responsable de la rápida colonización de muchas malezas incluyendo *Chromolaena odorata* (L.) K.& R., *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel y *M. micrantha* (Saxena y Ramakrishnan 1984). En terrenos no cultivados o no dedicados a la agricultura, *M. micrantha* es un componente menor de la flora. Esta especie disemina sus poblaciones a través de la producción de plántulas y el establecimiento de clones a partir de rosetas que crecen de los estolones. Barbechos cortos, de dos años, entre ciclos de cultivo sucesivos y quema previo a la plantación, crean cambios micro-ambientales en el hábitat, que sustancialmente aumenta la probabilidad de la producción de las plántulas y la formación de rosetas (Swamy y Ramakrishnan 1987). Cuando los períodos de barbecho son más prolongados, la probabilidad de producción de plántulas y de regeneración de clones a partir de rosetas decrece y la abundancia de la maleza será proporcional a la frecuencia de quema en los ciclos de desmonte y quema. En ciclos de este tipo, con barbechos de 8 años de duración, la maleza se reduce en abundancia a más de la mitad, en comparación a los barbechos de dos años.

La inmigración de las especies exóticas a hábitats hasta entonces desocupados presenta algunos ejemplos espectaculares de aparición de especies de malezas. La importación de productos de origen animal y vegetal puede ser una potente fuente de entrada de propágulos de plantas exóticas en un país. Las encuestas botánicas de la flora en las áreas inmediatas a los puertos regularmente incluyen muchas especies exóticas, donde sólo una fracción de ellas logran establecerse como malezas dañinas. La avena loca (*Avena fatua* L.), originaria probablemente de Asia central y diseminada a través de granos de cultivo contaminados con la semilla de la maleza durante los siglos 18 y 19, es una especie que se ha convertido en un serio problema en las regiones templadas del mundo.

La velocidad con la cual las especies exóticas logran incorporarse a la flora indeseable existente, trae a colación aspectos similares a los ya discutidos en el proceso de pre-adaptación. Una especie puede mantener bajo nivel poblacional al momento de su entrada y sólo ser sujeta a una expansión donde exista un hábitat adecuado dentro del alcance de su dispersión. La gramínea *Aegilops cylindrica* Host es actualmente un problema sólo en Turquía y EE.UU., mientras que especies similares son serios problemas en Marruecos, Portugal, Irán, Jordania e Israel. La especie indicada fue

introducida inicialmente en los EE.UU. en cargamentos de semillas de trigo de invierno traídos por pobladores del Mediterráneo oriental a finales del siglo 19 (Donald y Ogg 1991), y se diseminó a muchos estados alrededor de 1920, posiblemente complementada por introducciones múltiples. La especie está ahora plenamente establecida en las grandes llanuras de la parte central de Norteamérica, donde la labranza de conservación es utilizada. Allí, la maleza causa pérdidas importantes de los rendimientos del trigo de invierno (Rydych 1983). Aunque esta especie posee latencia, las semillas de *A. cylindrica* perduran pobremente si las mismas son incorporadas a profundidades del suelo superiores a 5 cm (durante 2-5 años, en dependencia del lugar). Además, la emergencia de la plántula es rara si las semillas germinan a profundidades del suelo superiores a 10 cm. Esto hace pensar que la labranza profunda, al llevar las semillas a capas profundas del suelo, puede reducir su población, mientras que la labranza actual de conservación (labores reducidas y acolchado) contribuye a su diseminación. De esta forma, la disponibilidad del habitat aumentó debido a la alteración de la práctica de manejo agrícola y la permanencia de la especie fue garantizada por el traslado de las semillas de la maleza a través de los aperos de labranza agrícolas y semillas almacenadas de cosechas previas.

Australasia ha sido receptora de muchas malezas invasoras de origen europeo, que han ocasionado un daño considerable, una de estas es la introducción de la tuna *Opuntia inermis*. Más recientemente el arbusto espinoso *Mimosa pigra* L. ha aumentado su abundancia después de su introducción en los años que median entre 1870 y 1890. Inicialmente la planta tenía una categoría de especie ocasionalmente problemática, pero aún permaneció como maleza de menor importancia durante un siglo (vea Capítulo 5), mientras que ahora la especie amenaza con invadir a una de las áreas más grandes del mundo de terrenos bajos tropicales, ubicadas en el norte de Australia. Ya se prevé que la sustitución completa de la vegetación indígena por poblaciones monoespecíficas de la leguminosa pueda ocurrir en ausencia de los agentes biológicos de control (escarabajos que se alimentan de las semillas y las flores, picudos que dañen su follaje y hongos específicos) que normalmente ocurren en su área de origen natural en Sudáfrica. Aunque daños económicos a corto plazo no son probables, los cambios catastróficos de la estructura vegetal previstos pueden resultar en un impacto significativo sobre los componentes de la fauna de los terrenos bajos, sobre todo de aves y anfibios. Un análisis detallado de los motivos, por los que esta planta ha emergido como temible maleza aparece posteriormente en este volumen.

Procesos evolucionarios en el desarrollo de la flora de malezas

La existencia de resistencia a los herbicidas proporciona una evidencia moderna de la evolución de las malezas y del grado, al cual los programas agrícolas en curso en algunas partes del mundo pueden ser seriamente afectados por los cambios genéticos dentro de las poblaciones de malezas (Powles y Howat 1990). Sin embargo, los procesos evolucionarios que aseguran la persistencia de las especies indeseables como respuesta a la selección que provocan las medidas de control, se pueden apreciar en varios niveles: en la formación de razas, en mimetismo de cultivo y en la diferenciación de nuevas especies.

La selección que ocurre dentro de poblaciones genéticamente diversas de las especies de malezas, condicionadas por las prácticas de control y que provocan la formación de

razas ha sido bien estudiada en un número de casos. Mientras que la resistencia a los herbicidas es, quizás, el ejemplo más obvio de formación de razas, las malezas gramíneas asociadas a las plantas cultivables con frecuencia muestran una diferenciación ecotípica. Los ecotipos de malezas del sorgo de grano exponen una diferenciación poblacional considerable, particularmente en su relación al desprendimiento de la semilla de la panícula (Harlan 1982) y a los procedimientos de cosecha, que suelen seleccionar especies de sorgo indeseables (malezas) que dispersan sus semillas antes de la misma. El pastoreo intensivo puede también resultar en la evolución de razas de gramíneas indígenas con formas de crecimiento postrado. En las asociaciones planta cultivable-maleza que han persistido en las escalas de tiempo evolucionarias, el mimetismo de cultivo puede también ser observado. En tales circunstancias, la evolución ocurre en las especies de malezas, por medio de la cual la selección causa que el fenotipo de la maleza (la forma mimética) funcionalmente modele al cultivo (el modelo), de forma que el agente de selección (el operador, el hombre) sea incapaz de discriminar efectivamente entre el modelo y la forma mimética. Para que el mimetismo sea probado debe haber una evidencia real que demuestre la evolución ocurrida en las especies de malezas hacia formas similares de la planta cultivable. El mijo perla se cruza libremente con sus progenitores silvestres *Pennisetum violaceum* (Lam.) L. Rich. y *P. fallax* (Fig. 2 De Not.) Stapf & C.E. Hubbard produciendo híbridos fértiles de malezas llamados "shibra". Estas malezas con formas miméticas escapan del desyerbe durante las operaciones de control, debido a su gran similitud con la planta cultivable, lo que le permite persistir después de la cosecha y "así extender la modificación del genoma del cereal" (de Wet 1987). Al momento de la cosecha, las panículas de shibra desprenden sus semillas que regresan al suelo. Harlan (1982) ha sugerido la posibilidad que el desyerbe manual sea el causante de selección del mimetismo vegetativo de *Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola* (Vasig.) Ohwi en el arroz.

Asociaciones íntimas entre la planta cultivable y la maleza al momento de la cosecha en su ciclo de vida han provocado también la evolución del mimetismo de las semillas de cultivo. Las técnicas tradicionales para la cosecha y la limpieza de semillas de lino en Asia central incluyen el trillado y la separación, donde las semillas de la especie indeseable se separan con ayuda de un conducto con ventilador. En un análisis destacado de la diferenciación ecotípica ocurrida en la primera mitad de este siglo, Sinskaia y Beztuzheva (1930) comunicaron que la población de *Camelina sativa* L., especie anual de maleza del lino, adoptó formas de mimetismo de cultivares de lino asociados en términos de tamaño y forma de sus semillas. El proceso de ventilación de la mezcla de semillas, antes de ser utilizadas para siembra, resultó en la selección de semillas de *Camelina* que poseen propiedades aéro-dinámicas similares a aquellas del lino. La co-evolución del cultivo y la maleza fue confirmada cuando se demostró experimentalmente que los rasgos que subrayaban las características del proceso de ventilación (el área de la superficie de la semilla y su peso) eran hereditarias y respondían a la selección. Una especialización similar ha sido comunicada por Sinskaia (1930) en estudios de *Brassica campestris* L. y la maleza mostaza (híbridos de *B. campestris* y *B. nigra*). Es algo inconcebible que otros ejemplos de co-evolución permanezcan hasta hoy sin descubrir en los sistemas agrícolas existentes.

Un ejemplo clásico de diferenciación de especies - o sea cambio genético en un taxón y la evolución de una especie, favoreciendo su crecimiento en habitats perturbados - lo es *Ageratum conyzoides* L. Esta Asteraceae es una especie anual que ha escapado del

Neotrópico y se ha convertido en una maleza muy común de las zonas cálidas del mundo. Los estudios indican que *A. conyzoides* es un producto de la evolución, a través de la poliploidía, de otra especie estrechamente relacionada, *A. microcarpum* (Baker 1974). La Tabla 2 compara algunas características de la vida histórica de ambas especies. El hábito anual/efímero de *A. conyzoides* está asociado con su considerable plasticidad de su forma de crecimiento y rapidez en alcanzar la floración. Por consiguiente, plantas individuales pueden lograr la madurez reproductiva rápidamente en una amplia variedad de habitats perturbados, con producciones de semillas variables con la calidad del habitat. A pesar que la pasada selección normalmente condujo a la evolución de una especie predispuesta a convertirse en maleza en un medio perturbado, no existe evidencia que *A. conyzoides* haya evolucionado como una consecuencia de la presión de selección específica originada por la agricultura.

Tabla 2. Comparación de las características de dos especies de *Ageratum* estrechamente relacionadas. (Según Baker 1965).

Carácter	<i>Ageratum microcarpum</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>
Ciclo de vida	Perenne	Efímera/anual
Forma de crecimiento	Poca plasticidad	Extrema plasticidad
	Floración lenta	Floración rápida
Condiciones de floración	Baja temperatura nocturna	Ninguna
Genoma	Diploide	Tetraploide
Categoría	No es maleza	Maleza

LA ECOLOGIA DE LAS MALEZAS

La discusión anterior ha hecho considerable énfasis en un enfoque funcional para la clasificación de las malezas. Desde un punto de vista ecológico, cualquier análisis de una especie de maleza debe evaluar el papel relativo de las características de su vida histórica individual en la biología de la especie que permite el aumento en tamaño de las poblaciones de malezas. La Figura 1 muestra un marco de trabajo conceptual para el análisis del efecto del cultivo continuado de un área sobre una especie de maleza anual imaginaria que se reproduce exclusivamente por sus semillas. El tamaño de la población de malezas puede ser evaluado en puntos consecutivos del ciclo de vida, abarcando una generación sencilla de crecimiento. Para desarrollar este ejemplo, se tomaría el conteo del total de semillas producidas, después de la cosecha, por unidad de volumen del suelo. El cociente del tamaño de la población de malezas al tiempo $t+1$ en el tiempo t mide la proporción de cada generación de cambio del tamaño de la población neta. Contribuciones a la proporción de cambio suelen derivarse de la persistencia de las semillas latentes en el suelo y de la reproducción de las plantas maduras. Durante una generación de crecimiento de malezas, las prácticas agrícolas imponen perturbaciones sobre el habitat que variadamente puede promover o inhibir los cambios en el tamaño de la población de malezas. Así, la prolongación del período de barbecho puede determinar la extensión de las pérdidas debidas a causas naturales entre

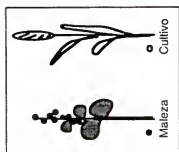
cultivos sucesivos; los aspectos de manejo agrícola (p.ej. fertilizantes) pueden aumentar la sobrevivencia de plántulas de malezas, mientras que las prácticas de control de malezas están destinadas a obtener el máximo de mortalidad de las mismas. Si el objetivo del manejo de malezas es la erradicación, será necesario asegurar que la proporción de cambio en el tamaño de la población de malezas sea menor que la unidad en sucesivas generaciones. Desde una perspectiva fitocéntrica, las consecuencias de estas perturbaciones pueden ser medidas mediante evaluaciones de la probabilidad de que un individuo (semilla/planta) sobrevivirá de una fase fenológica a la otra por su ciclo de vida y por la fecundidad de las plantas sobrevivientes hasta la madurez. Estas transiciones pueden ser representadas en diagramas del ciclo de vida, tal y como se ilustran en la Figura 2 para una maleza anual como *Avena fatua*. Los diagramas de ciclos de vida pueden ser contruidos de forma similar para especies perennes que se reproducen por rizomas o tubérculos y son inherentemente más complejos. Estos estadios de transición proporcionan una estructura conveniente para considerar el papel de características individuales en la biología de las malezas.

Persistencia en el suelo

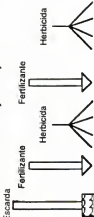
Las especies de malezas terrestres persisten en el suelo en virtud de sus estructuras latentes, sean semillas u órganos vegetativos de propagación como rizomas, tubérculos y estolones. En infestaciones densas, los bancos de semillas o meristemos subterráneos, de los cuales las nuevas plantas se incorporan en las poblaciones adultas, pueden ser excepcionalmente grandes. Rao (1968) estimó que poblaciones de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. del orden de 10,000,000 por hectárea eran posibles, mientras que Soerjani (1970) calculó que *Imperata cylindrica* puede anualmente producir seis toneladas de rizomas por hectárea. Típicamente los bancos de semillas de las malezas anuales en suelos cultivados contienen hasta 1000 - 10,000 semillas por m², mientras que en pastizales el límite superior de éste puede alcanzar hasta no menos de 1,000,000 por m².

Pérdidas en el banco de semillas pueden resultar de la germinación, pérdida de viabilidad *in situ* y depredación o ataque fungoso. Mientras que la longevidad de las semillas de algunas especies de malezas en el suelo se estima que es considerable (p.ej. al menos 20 años en *Striga*), muchos estudios han mostrado que hay un riesgo constante de mortalidad de las semillas enterradas en el suelo, por lo que la sobrevivencia de las semillas viables enterradas puede ser convenientemente descrita como la vida media (el tiempo tomado para la declinación de la población a la mitad, es semejante a la decadencia radioactiva). Una investigación metódica (Roberts y Dawkins 1967; Roberts y Feast 1973), que abarcó el efecto el entierro y desentierro de las semillas, mostró que la vida media, en muchas especies, es específica y variable con la profundidad de la incorporación al suelo, con tendencia a aumentar con la profundidad de incorporación y a disminuir con el aumento de la frecuencia de las labores de cultivo en el suelo. De un examen de quince especies de malezas comunes en campos de cultivo de Nigeria, Marks y Nwachuku (1986) concluyeron que las semillas de especies de malezas tropicales pueden tener mucha menor longevidad que las de clima templado. La información y datos al respecto es aún escasa. Once de las quince especies exhibieron vidas medias inferiores a 8 meses y la mayoría de las poblaciones de semillas en el banco de suelo fueron severamente reducidas después de dos años. El examen del destino de las semillas enterradas sugirió que las pérdidas eran debidas principalmente a muerte *in situ* de las

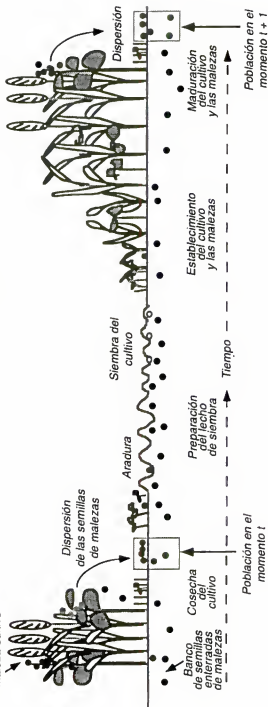
Figura 1. Un ciclo de vida idealizado en una asociación maleza-cultivo (según Cousens y Mortimer, 1993). Vea el texto por detalles.



Atenciones culturales y manejo de malezas



Asociación maleza-cultivo



Causas posibles de perdidas de individuos

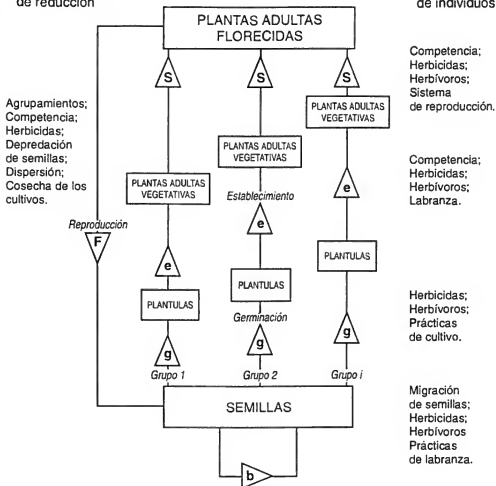


Figura 2. Diagrama del ciclo de vida de una especie teórica de maleza, reproduciéndose por semillas desde un banco persistente de semillas. Las probabilidades de transición b , g , e y s son las fracciones (rango 0 - 1) de individuos que pasan de un estadio a otro o permanecen en el banco de semillas. F es la producción de semillas de una planta adulta individual. Arbitrariamente, los grupos (1...) de plantas están representadas surgiendo del banco de semillas, pero se asume que todas las plantas florecen simultáneamente. Se indican algunos posibles factores que afectan la mortalidad y la fecundidad.

semillas latentes. Tan alta proporción de reducción claramente indica los méritos de los períodos de barbecho como técnica de control de malezas en la agricultura.

Por el contrario de las poblaciones de semillas enterradas, la longevidad de los bancos de meristemas de órganos subterráneos de las malezas (tubérculos, rizomas, estolones) puede ser considerable, particularmente donde la dominancia apical suele suprimir el desarrollo de las yemas laterales o adventíceas. La persistencia de las yemas latentes es muy dependiente del destino de los órganos aéreos de la propia planta. Labores regulares de cultivo, que fraccionan las plantas perennes, pueden hacer liberar yemas de su latencia interna y luego servir para agotar los bancos de yemas.

Los tubérculos de *Cyperus esculentus* se inician cuando los rizomas comienzan a engrosarse, pudiendo portar, según el ecotipo, de 3 a 7 yemas latentes por tubérculo. La longevidad de los tubérculos libres es dependiente del destino de la yema, mientras que la eliminación continua de los tallos (yemas en brotación) puede romper sucesivamente la latencia de todas las yemas en una secuencia acropétala a lo largo del tubérculo (Bendixen 1973). Stoller y Wax (1973) mantuvieron estéril la superficie del suelo, en parcelas experimentales, a través de la escarda de todos los tallos emergentes de *C. esculentus* y establecieron que los tubérculos enterrados a 100 mm de profundidad tenían una vida media de 4.4 meses y una longevidad aumentada (vida media de 5.8 meses) a 200 mm de profundidad. En suelo deliberadamente mantenido seco, Lapham (1985) determinó una vida media de aproximadamente 22 meses, sugiriendo que el 10% de la población permanecería viable por 6 años.

Germinación de las semillas y ruptura de yemas

La habilidad de desplegar una germinación discontinua es una característica bien conocida de muchas (pero no de todas) especies de malezas. Emergencias de plántulas de forma episódica de un banco persistente de propágulos es una característica de la historia de vida que puede conferir una ventaja reproductiva en habitats impredecibles para así maximizar la posibilidad de fructificar de plantas adultas.

La posesión de los mecanismos de latencia por las semillas confiere dos oportunidades ecológicas importantes a las especies de malezas. La primera es la habilidad de resistir períodos de condiciones adversas y la segunda es la sincronización de estadios resistentes y no-resistentes con apropiadas condiciones ambientales para maximizar la probabilidad de establecimiento de las plántulas. Estratégicamente, la latencia puede ser predictiva o respondida. La latencia predictiva de las semillas en las malezas está generalmente referida a la latencia innata (Harper 1959) y refleja la adaptación a ambientes estacionales esperados, o sea semillas que entran adelantadamente en latencia en condiciones adversas. Por el contrario, la latencia respondida de las semillas (forzada o inducida) refleja una respuesta a las condiciones adversas e inevitablemente propicia bancos de semillas persistentes, opuestos a los transitorios (Grime 1989).

De estar presente, la latencia innata es la condición de la semilla al momento de su dispersión a partir de la planta madre. Los mecanismos que confieren latencia innata en las especies de malezas son extremadamente variables: ellos pueden ser mecánicos (coberturas duras de las semillas), química (liberación de inhibidores de la germinación) o que involucran procesos bioquímicos internos. En climas estacionarios, el cambio de la temperatura puede actuar como indicación del término de la latencia en los lotes de

semillas frescas. Las especies que germinan en otoño pueden reaccionar a las altas temperaturas del verano, mientras que en las especies que germinan en primavera, la latencia se rompe por la gradual elevación de las temperaturas del suelo en primavera. Los requisitos de "post-maduración" son comunes en muchas malezas y muchas veces abarcan regímenes térmicos precisos en el orden cualitativo y cuantitativo que se deben experimentar antes de la germinación. En *Sorghum halepense* (L.) Pers., Benech Arnold *et al.* (1990) han eficientemente mostrado que la latencia de las semillas recientemente esparcidas puede ser interrumpida por ciclos fluctuantes de temperatura. Ciclos repetidos fueron aditivos en sus efectos, y cada ciclo propició una nueva proporción de semillas en germinación. En estas especies, el tiempo acumulativo térmico es un control importante de la ruptura gradual de la latencia innata, lo que propicia liberaciones sucesivas de grupos de plántulas.

Las semillas que se hallan en latencia forzada son aquéllas que no germinan por la ausencia de condiciones ambientales apropiadas. Este estado de latencia difiere de aquél de la latencia inducida, en la cual la consecuencia de exposición a los estímulos induce latencia que puede sólo romperse por la recepción de un segundo grupo de estímulos. Está más allá de este Capítulo discutir los varios mecanismos involucrados (ver reseñas de Taylorson y Hendricks 1977; Karssen 1980/81; Baskin y Baskin 1989), pero es notable que las poblaciones de semillas de malezas exhiban un flujo entre los estados de la latencia forzada y la inducida, controladas por interacciones de los factores abióticos del ambiente del suelo. Por ejemplo, los cambios de la temperatura del suelo y la humedad, el fotoperíodo y los rayos rojos/infrarrojos han sido implicados en el control del flujo de la latencia.

La variabilidad en los requisitos de la germinación son evidentes también en lotes de semillas de una planta individual y son claramente adaptables a condiciones impredecibles del ambiente. Los polimorfismos somáticos en el comportamiento de la semilla al nivel fisiológico pueden ser también observados morfológicamente (causas de diferencias del tamaño y color de la semilla en *Chenopodium album* L.). El estado de latencia diferencial puede igualmente estar asociado con la ubicación de la semilla en la infrutescencia (Harper *et al.* 1970).

Aunque poco estudiado, hay evidencia que el grado y patrón de la dominancia apical de la yema en los rizomas y estolones de las malezas perennes pueden variar como respuesta a las condiciones del ambiente. En *Paspalum distichum* L., una gramínea perenne de tierras bajas, la dominancia de la yema y la regeneración aérea está afectada por el grado de separación o liberación de miembros individuales de un clon o planta madre, el destino ulterior de las yemas apicales y su exposición a bajas temperaturas. La regeneración de la parte aérea es promovida tanto por las temperaturas bajas como por su fraccionamiento, lo que es dependiente del tamaño de la parte fraccionada o liberada (Hsiao y Huang 1989). Estas observaciones sugieren que mecanismos de carácter interno moderan la magnitud de la respuesta a las condiciones de invernización en términos de ruptura primaveral de la yema y en relación al número de yemas en la planta madre.

Sobrevivencia de plántulas y crecimiento

Los patrones de germinación pueden resultar en generaciones discretas de emergencia de plántulas o, como sucede frecuentemente en el caso de la emergencia de plántulas,

en grupos en un período extenso de tiempo. Las oportunidades de sobrevivencia hasta la floración puede estar relacionada con el momento de emergencia en respuesta al clima, así como a las prácticas de manejo de malezas. *Avena fatua* tiene más alto riesgo de mortalidad natural de sus plántulas emergidas en otoño, debido a las condiciones de invernalización, que las que emergen en primavera. Los análisis críticos comparativos de los grados de crecimiento relativo de las malezas y los cultivos son relativamente pocos, muchas veces difíciles de interpretar debido a variaciones en las condiciones experimentales. Aunque un crecimiento rápido en el estadio vegetativo es de esperar en las especies de malezas, no se debe suponer que las malezas puedan uniformemente acumular la biomasa o el área foliar a ritmos más rápidos que los cultivos a los que se asocian. Por ejemplo, Cousens *et al.* (1991) han mostrado que el grado de crecimiento de la parte aérea del trigo y la cebada es muy superior al de *A. fatua*, aunque esta dominancia se revierte en estadios posteriores de desarrollo.

El tiempo requerido para alcanzar la madurez reproductiva en las malezas varía considerablemente y puede ser similar al tiempo del cultivo acompañante o ser considerablemente más corto. En los trópicos, los ciclos de vida de las malezas pueden ser extremadamente cortos. *Echinochloa colona* (L.) Link, *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv. y *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. pueden llegar a la floración en 30 - 45 días, mientras que *Rottboellia cochinchinensis* puede producir semillas maduras a los 50 días de iniciado su ciclo (Fisher *et al.* 1985). Ciclos de vida similares, de corta duración, pueden observarse en malezas de latitudes templadas (p.ej. *Capsella bursa-pastoris* L.), pero las malezas de gran daño económico tienden a tener un extenso período de crecimiento, alcanzando no menos de 6 meses.

Producción de semillas

Una característica de muchas plantas, pero especialmente de las especies indeseables, es la capacidad para el ajuste fenotípico en los caracteres morfológicos y las respuestas fisiológicas bajo diferentes condiciones del medio. La consecuencia de esta plasticidad es notablemente evidente en la producción de semillas. La Tabla 3 ilustra el rango superior de producción de semillas de algunas especies indeseables sobre la base de producción por planta en condiciones casi ideales. Si bien estos datos destacan el potencial de una prodigiosa fertilidad de las malezas, no menos importante es el hecho que la producción de semillas es alométricamente relacionado al tamaño de la planta, aparte que plantas con una biomasa muy reducida pueden reproducirse exitosamente. De esta forma, las plantas, que se desarrollan en condiciones adversas o emergen dentro de coberturas de follaje densos de plantas cultivables competitivas, pueden dar lugar a progenies de futuras poblaciones. Especies individuales de malezas son reseñadas posteriormente en este volumen. Aunque el rango y extensión de la plasticidad son menos conocidos, observaciones similares pueden tener lugar en el contexto de las estructuras asexuales que sirven para la perpetuación de las especies perennes.

Tabla 3. Rangos máximos productivos en malezas gramíneas (según Mailett, 1991).

Especie	Producción de semillas por planta
<i>Avena fatua</i>	1000 - 3000
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	hasta 66,000
<i>Echinochloa colona</i>	3000 - 6000
<i>Eleusine indica</i>	hasta 4000
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	hasta 2000

ECOLOGIA POBLACIONAL Y MANEJO DE MALEZAS

La Figura 2 ilustra el enfoque que los ecologistas de poblaciones han tomado para el análisis de los efectos de las prácticas de manejo de malezas sobre la abundancia de éstas. El objetivo de este enfoque es investigar la magnitud relativa de los factores reguladores del tamaño de la población de malezas. El conocimiento de como estos factores interaccionan, sean **naturales** o **manejados por el hombre**, ayuda a evaluar las prácticas alternativas de control de malezas a largo y corto plazos, y a también definir el papel particular de los rasgos biológicos de especies individuales de malezas. Para la mayoría de las especies de malezas es insuficiente la investigación realizada en materia de dinámicas del ciclo completo de las miasmas, bajo la influencia de un rango variado de regímenes de manejo. Lo más común ha sido que los esfuerzos de investigación se hayan dirigido sobre estadios particulares del ciclo de una maleza en función de la influencia de tecnologías de control dentro del manejo agrícola o en función de un enfoque ya aceptado. Si el objetivo es lograr el manejo integrado de malezas, incluyendo el control biológico, todas las fases del ciclo de vida de una especie de maleza deben ser consideradas.

Como las malezas, que se establecen rápidamente con el cultivo, son regularmente fuertes competidoras y reducen el rendimiento de éste, los agrónomos han siempre favorecido las prácticas profilácticas de control de las mismas consistentes en la preparación de un terreno cultivable limpio. Las prácticas de labranza sirven para destruir las malezas existentes y ubicar sus semillas a profundidades del suelo que eviten su emergencia posterior. La fracción de las semillas que logra germinar del banco de semillas de malezas existente en el suelo y que establece sus plántulas exitosamente es por lo general una pequeña parte (1 -10%) del total de especies disponible en dicho banco incorporado de semillas. En algunas especies como *Bromus* spp. y *Agrostemma githago* L. sucede todo lo contrario y las poblaciones anualmente se renuevan dentro del banco transitorio de semillas. En el caso de estas especies, la inversión del suelo con la labranza profunda puede ubicar las semillas a profundidades del mismo que imposibilitan la emergencia, lo que reduce rápidamente sus poblaciones. Por consiguiente, las prácticas de labranza pueden ocasionar una considerable mortalidad de

la población de semillas y la flora de malezas puede rápidamente responder a estos cambios de prácticas de labranza (Forcella y Lindstrom 1988).

La probabilidad de sobrevivencia hasta la madurez y la producción de semillas de las malezas es dependiente de la habilidad competitiva de la planta cultivable y de la eficacia de las prácticas de control de malezas. La mortalidad de las malezas establecidas puede ser sustancial ($> 80\%$) dependiendo de la planta cultivable que las acompaña (Lotz *et al.* 1991). Los herbicidas selectivos pueden provocar altos niveles de mortalidad, pero con frecuencia las dosis a utilizar y el momento de aplicación requieren atención precisa, particularmente cuando se aplican tratamientos de post-emergencia. La variación en la edad/estadio de crecimiento dentro de plantas individuales de las poblaciones de malezas y el clima pueden ser factores que hagan impredecible el resultado del control químico. Por la poca evidencia existente, es probable que la competencia de la planta cultivable y los herbicidas frecuentemente actúen de forma sinérgica, al causar la mortalidad de las malezas y reducir el número de plantas sobrevivientes.

La producción de semillas y yemas constituye la fase multiplicativa en el ciclo de vida de las plantas. La regulación de esta generación reproductiva es producto natural de la competencia intra e interespecífica dentro de la comunidad de malezas en el cultivo, y de las pérdidas que ocurren durante y después de la cosecha. Los estudios de la competencia malezas-planta cultivable sugieren que la producción de semillas por planta de muchas malezas de terrenos cultivados puede ser dependiente de la densidad sobre un rango de 1 - 100 plantas adultas por metro cuadrado. Las pérdidas de semillas, al momento de la cosecha, pueden derivarse de la eliminación de las malezas mediante la cosecha del cultivo con cosechadoras combinadas combinadas, lo que resulta en disminuciones significativas de semillas (hasta 40 % de la producción de semillas, Howard *et al.* 1991) en especies que no se diseminan antes de la cosecha.

En algunas malezas importantes, se han utilizado modelos para estimar las tasas de su crecimiento a partir de infestaciones de una sola especie en los cultivos (p.ej. Lapham *et al.* 1985) y para simular las consecuencias de los cambios de probabilidades de transición que podrían derivarse de la práctica alternativa de métodos de control. Además, estos modelos han sido ubicados en un contexto económico para intentar predecir las estrategias económicamente efectivas de control a largo plazo (Lapham 1987; Cousens *et al.* 1986). Este enfoque ha tenido el mérito de estar dirigido a niveles de umbrales de control más seguros a largo plazo, los que son necesarios para detener las infestaciones de malezas. Sin embargo, estos estudios aún están en su infancia, debido a la ausencia de conocimientos de las variaciones probables que puedan ocurrir en las dinámicas y la regulación de las poblaciones de malezas (Cousens 1987).

Lo planteado induce a suponer que las especies de malezas posean características morfológicas que facilitan la dispersión de sus semillas a distancias considerables. Los estudios ecológicos de la dispersión de las malezas sugiere todo lo contrario, ya que la mayoría de las semillas de éstas se ubican en espacios muy próximos a la planta progenitora. Esto no niega que las características morfológicas (aristas, tricomas, etc.) no contribuyan a la dispersión de los propágulos por otros vectores, tales como aves y la maquinaria agrícola. El mayor vector en la reciente diseminación de mijo silvestre *Panicum miliaceum* L. en las haciendas agrícolas de Canadá se entiende que es la cosechadora combinada (Cavers y Bough 1985). La dispersión de las malezas es, sin

embargo, el fenómeno menos comprendido y probablemente el más atractivo para comentarios o anécdotas.

CONCLUSION

Esta introducción a la biología de las malezas debe ser considerada como no convencional en el sentido que la misma lleva un enfoque predominantemente ecológico. Las generalizaciones con respecto a las malezas son notoriamente difíciles, ya que mientras las comparaciones autecológicas de los rasgos de las especies le confieren la categoría de malezas en primera instancia, la demostración de cualquier afirmación puede sólo llegar con los resultados de los estudios de la ecología poblacional de las especies en su totalidad. Los grupos de especies de malezas persistentes representan los estadios secundarios de sucesión en el desarrollo de la vegetación, conducidos por la acción del hombre. Como tal, ellos son inestables y dinámicos. En la actualidad, las necesidades apremiantes de aumentar rápidamente la producción de alimentos a nivel mundial exige la comprensión de las dinámicas de las malezas al nivel de especie y de comunidad, para así lograr la habilidad de pronosticar las infestaciones de malezas. Cuando esto se logre, el manejo integrado de malezas será una realidad (Mortimer 1984).

REFERENCIAS

- Baker H.G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. In H.G. Baker and G.L. Stebbins (Eds.). *The Genetics of Colonising Species*. Academic Press, Nueva York, pp 147-172.
- Baker H.G. 1974. The evolution of weeds. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 51:1-24.
- Baskin J.M. y C.C. Baskin 1989. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. En M.A. Leck, V.T. Parker y R.L. Simpson (Eds.) *Ecology of Soil Seed Banks* pp 53-66. Academic Press.
- Bendixen L.E. 1973. Anatomy and sprouting of yellow nutsedge tubers. *Weed Science* 21:501-503.
- Benech Arnold R.L., C.M. Ghersa, R.A. Sanchez y P. Iusaushi 1990. Temperature effects on dormancy release and germination rate in *Sorghum halepense* (L.) Pers. seeds: a quantitative analysis. *Weed Research* 30:81-9.
- Cavers P.B. y M.A. Bough 1985. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) : a crop and a weed. In: J. White. *Studies on plant demography: Festschrift for John L. Harper*. Academic Press, pp 143-155.
- Cousens R. D. 1987. Theory and reality of weed control thresholds. *Plant Protection Quarterly* 2:13-20.
- Cousens R.D., C.J. Doyle, B.J. Wilson y G.W. Cussans 1986. Modelling the economics of controlling *Avena fatua* in winter wheat. *Pesticide Science* 17:1-12.
- Cousens R.D. y A.M. Mortimer 1993. *Weed population dynamics*. Chapman and Hall, en imprenta.
- Cousens R.D., S.E. Weaver, T.D. Martin, A.M. Blair y B.J. Wilson 1991. Dynamics of competition between wild oats (*Avena fatua* L.) and winter cereals. *Weed Research* 31:203-210.
- De Wet J.M.J. 1987. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*) in Africa and in India.

- Proceedings of the International Pearl Millet Workshop*. pp 3-4. ICRISAT, Patancheru, India.
- Donald W.W. y A.G. Ogg 1991. Biology and control of jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*), a review. *Weed Technology* 5:3-17.
- Fletcher W.W. 1983. Introduction. In: W.W. Fletcher (ed.) *Recent Advances in Weed Research* pp 1-2. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough. R.U.
- Fisher H.H., F. Lopez, L. Margate, P. Elliott y L. Burrill 1985. Problems in control of *Rotthoellia exaltata* in maize in Bukidnon province, Mindanao, Filipinas. *Weed Research* 25:93-102.
- Forcella F. y M.J. Lindstrom 1988. Weed seed populations in ridge and conventional tillage. *Weed Science* 36:500-503.
- Fryer J. D. 1979. Key factors affecting important weed problems and their control. *European Weed Research Society Symposium The influence of different factors on the development and control of weeds* 1:13-24.
- Grime J.P. 1989. Seed banks in ecological perspective. En: M.A. Leck, V.T. Parker and R.L. Simpson (Eds.) *Ecology of Soil Seed Banks* pp xv-xxii. Academic Press.
- Harlan J.R. 1982. Relationships between weed and crops. In: W. Holzner and N. Numata (Eds.), *Biology and Ecology of Weeds*. pp 91-96. Dr. W. Junk Publishers, La Haya.
- Harper J.L. 1959. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. *Proceedings, 4th International Conference Crop Protection* pp 415-520.
- Harper J.L., P.H. Lovell y K.G. Moore 1970. The shapes and sizes of seeds. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 1:327-356.
- Hidalgo B., M. Saavedra y L. Garcia-Torres 1990. Weed flora of dryland crops in the Cordoba region (Spain). *Weed Research* 30:309-318.
- Holm L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho y J.P. Herberger 1977. *The World's Worst Weeds, distribution and biology*. 609 pp The University Press of Hawaii, Honolulu.
- Howard C.L., A.M. Mortimer, P.D. Putwain, R.D. Cousens y G.W. Cussans 1991. The dispersal of weeds - seed movement in arable agriculture. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds* 2:821-828.
- Hsiao A.I. y W.Z. Huang 1989. Apical dominance in the shoot and its possible role in the survival of *Paspalum distichum* L. *Weed Research* 29:327-334.
- Karssen C.M. 1980/81. Environmental conditions and endogenous mechanisms involved in secondary dormancy of seeds. *Israel Journal of Botany* 29:45-64.
- Lapham J. 1985. *The population dynamics of the weed Cyperus esculentus* L. Ph. D. thesis, University of Reading. 264 pp.
- Lapham J. 1987. Population dynamics and competitive effects of *Cyperus esculentus* (yellow nutsedge) - prediction of cost-effective control strategies. *British Crop Protection Conference - Weeds* 3:1043-1050.
- Lapham J., D.S.H. Drennan y L. Francis 1985. Population dynamics of *Cyperus esculentus* L. (yellow nutsedge) in Zimbabwe. *British Crop Protection Conference - Weeds* 1:395-402.
- Lockhart J.A.R., A. Samuel y M.P. Greaves 1990. The evolution of weed control in British agriculture. In: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), *Weed Control Handbook : Principles*, pp 43-74. 8th edn. Blackwell Scientific Publications.
- Lotz L.A.P., R.M.W. Groenvelde, B. Habekott y H. van Oene 1991. Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. *Weed Research* 31:153-160.
- Maillet J. 1991. Control of grassy weeds in tropical cereals. In: F.W.G. Baker and P.J. Terry (Eds.) *Tropical Grassy Weeds*, pp 112-143. C.A.B. International, Wallingford R.U.

- Marks M.K. y A.C. Nwachuku 1986. Seed bank characteristics in a group of tropical weeds. *Weed Research* 26:151-157.
- Mortimer A.M. 1984. Population ecology and weed science. En: R. Dirzo y J. Sarukhan (Eds.) *Perspectives on Plant Population Ecology*, pp 363-388. Sinauer Mass.
- Mortimer A. M. 1990. The biology of weeds. En: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), *Weed control handbook: Principles*, pp 1-42. 8va edn. Blackwell Scientific Publications.
- Parker C. 1972. The *Mikania* problem. *Pest Articles and News Summaries* 18:312-315.
- Powles S. y P. Howat 1990. Herbicide-resistant weeds in Australia. *Weed Technology* 4:178-185.
- Rao J. 1968. Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different soil depths. *Madras Agricultural Journal* 55:19-23.
- Roberts H.A. y P.A. Dawkins 1967. Effect of cultivation on the numbers of viable weed seeds in the soil. *Weed Research* 7: 290- 301.
- Roberts H.A. y P.M. Feast 1973. Changes in the numbers of viable weed seeds in soil under different regimes. *Weed Research* 13:298-303.
- Rydrych D.J. 1983. Jointed goatgrass - a new weed invader. *Columbia Basin Agriculture Research Centre Special Report* 680:18-19.
- Saxena K.G y P.S. Ramakrishnan 1984. Herbaceous vegetation development and weed potential in slash and burn agriculture (jhum) in N.E. India. *Weed Research* 24:135 - 142.
- Sinskaia, E.N. 1930. The study of species in their dynamics and interrelation with different types of vegetation. *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding* (Russian) 25:51-97.
- Sinskaia, E.N. y A.A. Beztuzheva 1930 The forms of *Camelina sativa* in connection with climate, flax and man. *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding* (Ruso) 25:98-200.
- Soerjani M. 1970. Alang-alang, *Imperata cylindrica* (L.) Beauv., pattern of growth as related to its problem of control. *BIOTROP Bulletin* 1, Regional Centre for Tropical Biology, P.O. Box 17, Bogor, Indonesia.
- Stoller E.W. y L.M. Wax 1973. Yellow nutsedge shoot emergence and tuber longevity. *Weed Science* 21:76-81.
- Taylorson R.B. y S.B. Hendricks 1977. Dormancy in seeds. *Annual Reviews of Plant Physiology* 28:331-354.
- Swamy P.S. y P.S. Ramakrishnan 1987. Effect of fire on population dynamics of *Mikania micrantha* H.B.K. during early succession after slash and burn agriculture (jhum) in northeastern India. *Weed Research* 27:397-403.

CAPITULO 3

DINAMICA Y COMPLEJIDAD DE LA COMPETENCIA DE MALEZAS

DINAMICA Y COMPLEJIDAD DE LA COMPETENCIA DE MALEZAS

J. D. Doll

INTRODUCCION

El conocimiento de la competencia de las malezas con las plantas cultivables es probablemente tan viejo como la práctica de cultivo y el desarrollo de la agricultura moderna. Los primeros agricultores iniciaron la preparación del terreno con el fin de facilitar el desarrollo de las especies vegetales escogidas como cultivables y seguidamente eliminaban otras especies indeseables, que solían aparecer al unísono tan pronto se realizaba la plantación o siembra. Así fue que nació el manejo de malezas, cuyo objetivo era de evitar la competencia de las plantas indeseables y, así, elevar la producción agrícola.

Sin embargo, el hecho que las pérdidas causadas por las malezas son "ocultas" (todo lo contrario al daño causado por los insectos, roedores, enfermedades y otras plagas, lo que trae por consecuencia que el agricultor no vea la productividad perdida a causa de la incidencia de las malezas), ha ocasionado que no se entienda la importancia del desyerbe a tiempo para disminuir, al menos, parcialmente los efectos negativos de las malezas en los cultivos, por lo que también esta actividad queda igualmente "oculta" y no es reconocida en toda su extensión por los agricultores. La comprensión de los principios y de algunas complejidades de la interacción entre las plantas elevaría el conocimiento sobre la importancia de la interferencia de las malezas en los sistemas agrícolas.

En años recientes los malezólogos han realizado numerosos estudios sobre el carácter inhibitorio de una serie de sustancias liberadas por los órganos de las malezas sobre el crecimiento de las plantas cultivables. Este fenómeno es conocido como alelopatía, el cual causa efectos depresivos importantes sobre algunas especies vegetales en condiciones determinadas. El efecto combinado de la competencia y la alelopatía es denominado interferencia. La mayor parte del daño de las malezas es el resultado de la lucha por los elementos vitales de crecimiento (luz, agua y nutrientes), a lo cual va dirigido el resto de esta discusión. El término competencia será utilizado en un sentido amplio, que incluirá también el posible daño aleloquímico.

FACTORES DE LA COMPETENCIA

Duración de la competencia

Uno de los aspectos de la interferencia más estudiados es el relativo a la duración de los períodos de presencia o ausencia de malezas. El grado de infestación en estos experimentos es raramente especificado, pero se entiende que los mismos se han siempre realizados en condiciones de alta presión de infestación. Cuando esto sucede, el período crítico de competencia es aproximadamente equivalente al primer tercio o a la mitad del ciclo de vida del cultivo. Por ejemplo, el ciclo del arroz y el maíz es por lo general de 100 a 120 días hasta la maduración y al mantenerlos libres de malezas durante los 30 a 40 días iniciales, normalmente se garantiza casi el máximo de su producción. Los períodos críticos de competencia en varios cultivos (sobre la base de días después de la plantación o siembra), entre ellos algunas hortalizas (sobre la base de su estadio de crecimiento) aparecen en la Tabla 1.

Esta regla general de los períodos críticos de competencia, de extenderse desde un tercio hasta la mitad del ciclo de los cultivos, es considerablemente variable entre las diversas plantas cultivables. Por ejemplo, la casava o casava es plantada a una distancia amplia entre surcos y la planta suele crecer más lentamente que otros cultivos alimenticios esenciales. En Camerún, tres desyerbes en el ciclo de la yuca, realizados a las 4, 12 y 20 semanas después de la plantación dió óptimas rendimientos (Ambe *et al.* 1992). Si sólo se realizaban dos desyerbes, a las 4 y 12 semanas, el cultivo rendía el doble de lo que se obtenía con desyerbes a las 2 y 12 semanas. Así, el desyerbe en yuca puede comenzar algo más tarde que en otros cultivos, con menor perjuicio en los rendimientos previstos a obtener.

El período crítico también varía entre especies. Las agresivas malezas perennes, tales como *Cyperus rotundus* L. o *Convolvulus arvensis* L. exigen mayor frecuencia de desyerbe que en las áreas donde predominan malezas anuales. Esto se debe a que las especies perennes regeneran varias veces a partir de sus reservas contenidas en los órganos subterráneos de reproducción. Por otro lado, las áreas con una baja infestación de malezas no necesitan de regímenes prolongados y repetidos de desyerbe, como sucede en el caso de terrenos con una presión abundante. De esta forma, el período crítico es de utilidad limitada en términos de manejo de malezas a nivel de campo. Para aquellos agricultores poco informados sobre los problemas que causan las malezas, las especies presentes y sus densidades, el conocimiento del período crítico de competencia puede servir de base para planear mejor un programa de manejo de malezas, pero en el futuro se requerirá una comprensión más completa de la interacción maleza/planta cultivable.

Tabla 1. Período crítico de competencia de malezas en algunos cultivos (adaptado de Mercado 1979).

Cultivo	Cultivos de campo			Hortalizas	
	Días desde plantación	Días hasta la madurez	Por ciento del ciclo	Cultivo	Estadio de desarrollo
Arroz	40	120	30	Repollo	Inicio repollo
Soya	42	125	34	ocra	10-15 cm altura
Mafz	49	120	40	Ajo	Inicio del bulbo
Cacahuete	42	105	40	Frijol	Formación de follaje
Frijol mungo	32	62	48	Zanahoria	7-10 cm altura
Cebolla (trasplantada)	56	95	60	Pepino	inicio vegetativo
				Tomate	20-30 cm altura

Densidad de malezas

No es sorpresa que las pérdidas a causa de las malezas aumenten en la medida que la infestación de éstas se eleve. Los estudios en el arroz demuestran que densidades de 10, 50 y 250 plantas/m² de la especie *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. redujeron el rendimiento del cultivo en 57, 80 y 95%, respectivamente, a una densidad de 30 plantas de arroz/m² (Smith 1968). A una densidad del arroz de 300 plantas/m², las pérdidas se redujeron a 25, 59 y 79% para las tres densidades indicadas.

Nivel de nutrientes

Si los nutrientes del suelo son abundantes, la competencia de malezas es de menor importancia. Sin embargo, en muchas áreas tropicales y subtropicales, los suelos son pobres en nutrientes y la competencia es entonces crítica. Por otra parte, la aplicación de fertilizantes a fin de elevar los rendimientos del cultivo no logra alcanzar los beneficios máximos de no ser eliminadas las malezas adecuadamente. En Nigeria, la investigación demostró que al permitir la competencia de las malezas con el sorgo, fertilizado con nitrógeno, por espacio de 4 semanas, resultó en una pérdida del rendimiento de un 23% comparado con el cultivo libre de malezas todo el ciclo. Sin embargo, si el nitrógeno no se aplicaba, este período de competencia causaba un 69% de pérdida (Okafor y Zitta 1991). De forma similar, DeDatta *et al.* (1969) detectaron que el arroz bien fertilizado fue menos afectado por las malezas que en las áreas, donde la fertilización estaba limitada.

Tabla 2. Efecto de la competencia de malezas en sorgo con y sin fertilización nitrogenada en Nigeria (Okafor y Zitta 1991).

Infestado por:	Por ciento máximo de rend. ¹	
	con N ²	sin N ²
0 semana	100	80
2 semanas	86	51
4 semanas	77	41
6 semanas	46	33

¹ El rendimiento máximo fue de 2280 kg/ha

² Se aplicó nitrógeno a 120 kg/ha

Disponibilidad de agua

Este aspecto de la competencia varía de una estación a otra, de un año o lugar a otro y de una especie a otra (si no se dispone de irrigación). En las regiones semi-áridas, la competencia por el agua es más crítica que en las áreas con abundantes precipitaciones. Los estudios con cuatro especies de malezas en cacahuetes arrojaron que 8 plantas de malezas/7 m de surco resultaba en pérdidas de los rendimientos de 32

a 45% entre las distintas especies y de 21 a 55% entre suelos de textura gruesa y fina (Buchanan y Hauser 1978).

Tabla 3. Habilidad competitiva de cuatro especies de malezas en cacahuate cultivado sobre dos tipos de suelo.

Especies de malezas	Densidad de malezas (No/7 m de surco)	Reducción de rendimiento	
		Suelo arcilloso (%)	Suelo loam arcilloso(%)
<i>Xanthium pensylvanicum</i>	8	20	60
<i>Amaranthus retroflexus</i>	8	0	70
<i>Cassia obtusifolia</i>	8	25	40
<i>Ipomoea purpurea</i>	8	40	50

Efectos combinados

La competencia es compleja, debido a que muchas variables interactúan en la determinación del grado de pérdida de rendimiento en una situación dada. En general, la reducción de las pérdidas de rendimiento causadas por las malezas no se puede resolver con la adecuación de una sola práctica, para este fin se requiere de varias prácticas. En arroz de secano (sin irrigación) en la India, la preparación mejorada del terreno, la plantación y fertilización a tiempo y un desyerbe manual adicional (en comparación a las prácticas tradicionales del agricultor) reducen la densidad de malezas (185 plantas/m² con las prácticas culturales mejoradas contra 528/m² con las prácticas tradicionales); el crecimiento de las malezas (32 g de masa seca/m² con las prácticas mejoradas contra 84 g de masa seca/m² con las prácticas tradicionales) y aumentan el rendimiento del arroz (2630 kg/ha contra 680 kg/ha) (Singh y Ghosh 1992). Resultados similares se podrían esperar para el resto de los cultivos.

¿Es afectado el grado de competencia de las malezas por el método de control?; ¿son los herbicidas mejores que los medios mecánicos o manuales de control o viceversa? Cuando cualquier método de control de malezas es realizado a tiempo y de tal manera que no se dañe la planta cultivable, los resultados deben ser similares. Desafortunadamente, no siempre sucede así. Por ejemplo, los herbicidas o el apero de labranza mecánica o herramienta pueden dañar al cultivo. El potencial de daño es variable con la selectividad relativa del herbicida y la destreza de la persona que opera el apero de labranza o herramienta. Cuidado debe tenerse cuando se desyerba manual o mecánicamente para no afectar las plantas pequeñas de cultivo o causar daños innecesarios a sus raíces. Algunas malezas perennes pueden ser mejor controladas con el uso de herbicidas capaces de translocarse en la planta tratada y así prevenir o reducir su regeneración. Los herbicidas son también más efectivos en períodos de abundantes lluvias, ya que su comportamiento resultará al máximo de su potencial, mientras que el desyerbe manual o mecánico será sumamente difícil bajo estas condiciones.

El desyerbe mecánico es generalmente más efectivo cuando se realizan buenas prácticas

culturales que aseguran el crecimiento de un cultivo vigoroso y competitivo. Esto proporciona una buena razón para desarrollar y practicar programas de manejo de malezas que combinen todas las estrategias prácticas de control dentro del sistema de cultivo. Tales sistemas serán a largo plazo los más productivos y sostenibles.

UMBRALES: PRINCIPIOS Y APLICACIONES

El concepto de umbral económico fue desarrollado por los entomólogos y ha sido adaptado al manejo de malezas. El principio es simple: cuando conocemos la densidad de las malezas en un campo, podemos predecir el daño sobre el rendimiento del cultivo. La densidad de las malezas se determina a través de conteos del número de malezas en una distancia específica del surco del cultivo (o sea, el número de malezas por 10 metros de surco) o en un área dada (o sea, el número de malezas por metro cuadrado). Esto se realizará varias veces dentro de un campo y su valor promedio será al final determinado. La pérdida pronosticada del valor de la cosecha indicará la pérdida monetaria causada por las malezas no eliminadas. Si el costo de la medida de control es menor que la pérdida estimada, la práctica de control deberá ser realizada. Si los costos son iguales o exceden la pérdida esperada, esto indicará que la medida de control no se justifica.

Sin embargo, son pocos los casos en que el concepto de umbral haya sido realmente aplicado como una herramienta de trabajo del agricultor para la toma de decisiones de manejo de malezas. Esto se debe a que el principio de umbral es dependiente de otros factores y no tan sólo del número o densidad de malezas. Se requiere también saber el tamaño relativo del cultivo y las malezas. Las malezas de altura menor a la del cultivo serán menos competitivas que aquellas que se igualan con la de la planta cultivable. No todas las malezas compiten de igual forma, por lo que hay que conocer las especies presentes y su habilidad competitiva. Las malezas están raramente distribuidas con uniformidad en el campo, lo que suele confundir la interpretación de los datos de los conteos de especies de malezas. La competencia de las malezas varía con la distancia de los surcos de siembra (por lo general, las malezas afectan menos a los cultivos plantados en surcos poco distantes entre sí), la densidad de la planta cultivable, el nivel de nutrientes del suelo, la capacidad de retención de humedad del suelo, la sanidad del cultivo (en términos de afectación por insectos y enfermedades) y otros factores de manejo y del ambiente de un lugar específico.

Además de la reducción directa del crecimiento y la productividad del cultivo, las malezas también pueden interferir con la recolección de la cosecha, reducir la calidad de la producción y servir de hospederas a diversas plagas. También algunos productores temen que niveles no económicos de infestación puedan causar futuros problemas mediante la producción de semillas de las plantas indeseables con la consiguiente acumulación de las mismas en el banco de semillas del suelo. Es prudente considerar estos aspectos en el diseño de programas apropiados de manejo de malezas, basados en los principios de los umbrales.

En virtud de esto, ¿podemos esperar que se desarrollen métodos para la predicción de los efectos de la competencia de las malezas y así utilizar el principio de manejo integrado de plagas de "tratamiento/control de la plaga según sea necesario? La respuesta es afirmativa, siempre que dispongamos de suficientes datos sobre la habilidad

competitiva de cada especie de maleza y las variaciones de su competencia bajo un rango variado de condiciones, como ya se ha descrito. Algunos ejemplos existen ya de tales estudios. Probablemente los más extensivos en este orden son los realizados en Europa, encaminados a desarrollar métodos reales de umbrales para el control de gramíneas anuales (*Avena fatua* L. y *Alopecurus myosuroides* Huds.) en cereales, así como los que se desarrollan en EE.UU. para diversas especies anuales y perennes en maíz y soya (Medina *et al.* 1991).

Un nuevo enfoque promete el mejoramiento del método de umbrales (Lybecker *et al.* 1991; Wilson *et al.* 1985). Este método discrimina las semillas de malezas del suelo, las que luego se cuentan y se identifican a los efectos de predecir las especies y densidades que puedan ocurrir en el campo. El método es laborioso su ejecución, pero sus resultados permiten diseñar los programas de manejo de malezas de acuerdo a la presión de éstas prevista, para así decidir cuales medidas mecánicas o tratamientos de herbicidas se deberán aplicar antes o al momento de la siembra o plantación. Naturalmente, cualquier aplicación post-emergente sería siempre sobre la base de las especies presentes, su densidad y tamaño.

Harvey y Wagner (1992) han desarrollado un método que simplifica la determinación de las malezas en el banco de semillas en el suelo. El procedimiento está basado en el hecho que las malezas que emergen en un campo reflejan tanto la densidad como la diversidad del banco de semillas. Varias áreas pequeñas (3 x 3 m) son ubicadas en cada campo y no desyerbadas durante los primeros 40 días después de la plantación. La biomasa relativa de las malezas y del cultivo es estimada visualmente. Las especies presentes son también registradas. Las áreas son luego desyerbadas manual o químicamente para prevenir la producción de semillas. Estos valores de "presión de malezas" son altamente correlacionados con las pérdidas causadas por las malezas de no desarrollarse las medidas de control. Estos resultados carecen de valor para el cultivo ya en desarrollo, pero si permite al productor realizar los cambios necesarios en sus programas de manejo de malezas para futuras siembras o plantaciones. Naturalmente, este método debe ser practicado por varios años en los campos a evaluar, para así lograr detectar las variaciones en la emergencia y composición de las malezas que puedan ocurrir de un año a otro.

REFERENCIAS

- Ambe J., A. Agboola y S. Hahn 1992. Studies of weeding frequency in cassava in Cameroon. *Tropical Pest Management* 38:302-304.
- Buchanan G. y E. Hauser 1978. Influence of row spacing on competitiveness and yield of peanuts. *Weed Science Society America Abstracts*. pp 74-75.
- DeDatta S., J. Moomaw y R. Bantilan 1969. Effects of varietal type, method of planting, and nitrogen level on competition between rice and weeds. *Proceedings 2nd Asian-Pacific Weed Control Interchange* 2:152-163.
- Harvey R. y C. Wagner 1992. A simple technique for predicting future weed problems. Nutrient and Pest Management Program, University of Wisconsin. Miscellaneous Publications. 4 pp.
- Lybecker D., E. Schweizer y R. King 1991. Weed management decisions in corn based on bioeconomic modeling. *Weed Science* 39:124-129.
- Mercado B.I. 1979. *Introduction to weed science*. Southeast Regional Center for

- Graduate Study and Research in Agriculture, Laguna. 292 pp.
- Medena S., G. Wilkerson y H. Coble 1991. HERB Users Manual. *Department of Crop Science, North Carolina State University Research Report 131*. Raleigh, North Carolina. 28 pp.
- Okafor L. y C. Zitta 1991. The influence of nitrogen on sorghum-weed competition in the tropics. *Tropical Pest Management* 37:138-143.
- Singh R. y D. Ghosh 1992. Effect of cultural practices on weed management in rainfed upland rice. *Tropical Pest Management* 38:119-121.
- Smith R. Jr. 1968. Weed competition in rice. *Weed Science* 16:252-254.
- Wilson R., E. Kerr y L. Nelson 1985. Potential for using weed seed content in the soil to predict future weed problems. *Weed Science* 33:171-175.

CAPITULO 4

GRAMINEAS Y CIPERACEAS

ESPECIES DE AVENA

L. García Torres

Caracterización

Las malezas conocidas como avena silvestre incluyen a *Avena fatua* L. (Foto 1a.) y ciertas sub- especies de *A. sterilis* L., de las cuales las más conocidas son comunmente denominadas *A. ludoviciana* Dur. (*A. sterilis* subesp. *ludoviciana*) y *A. sterilis* (*A. sterilis* subesp. *sterilis*, también conocida como *A. macrocarpa* Moench.).

Las especies de avena silvestre poseen las florecillas de la espiguilla articuladas al raquis, las que al madurar se separan y caen al suelo, característica que las distingue de las especies cultivadas. Una clave para distinguir las especies de *Avena*, basada en caracteres morfológicos distintivos, ha sido propuesta al efecto (Thomas y Jones 1976). En la Foto 1b se muestran espiguillas de las avenas silvestres *A. fatua*, *A. ludoviciana* y *A. macrocarpa*. También se ha desarrollado una clave sencilla para distinguir las avenas silvestres de otras malezas gramíneas y cereales, basada principalmente en características de las lígulas y aurículas, así como en los pelos de la vaina foliar. *A. fatua* germina principalmente durante la primavera y, en menor grado, en otoño, mientras que *A. ludoviciana* y *A. macrocarpa* germinan principalmente durante el otoño. El patrón de comportamiento de estas especies es afectado en alguna medida por las condiciones ambientales y los biotipos existentes. Generalmente, la germinación de las semillas de avena silvestre tiene lugar favorablemente con temperaturas de 10-12°C, la que disminuye a cuando la temperatura se reduce a 5°C o asciende a 18°C. Todas las especies de *avena* tienen un período de latencia relativamente largo. La temperatura durante la maduración afecta el desarrollo de la latencia. Al momento de la cosecha la latencia puede ser muy alta, de hasta 90%, pero se reduce con el tiempo, hasta alrededor de 25 a 50% a los 4 a 6 meses posteriores, o sea durante su período normal de germinación.

Aunque se considera que la luz no afecta la germinación de la semilla, la labranza del suelo generalmente parece elevar la brotación. Aunque la mayoría de las plántulas brotan de semillas ubicadas en los 6-8 cm superiores del suelo, la avena silvestre puede brotar desde profundidades de 15-20 cm. Las semillas de avena silvestre pueden sobrevivir en el suelo hasta un máximo de nueve años. Sin embargo, en tierras cultivables, cuando nuevas producciones de semillas se previenen, las poblaciones suelen declinar rápidamente, no existiendo más presencia de plantas después de 4 a 6 años.

Al brotar, la plántula de avena silvestre se presenta como una simple hojuela estrecha, susceptible a la competencia temprana. Luego se inicia el crecimiento vegetativo, lento al principio, para alcanzar el estadio de 5 a 6 hojas en 4 a 8 semanas. Aunque las plántulas de avena silvestre pueden ser más pequeñas que las plantas de cereales, ellas generalmente poseen una tasa de asimilación neta superior, lo que permite que la maleza sobrepase la plántula de cereal.

La avena silvestre es normalmente autopolinizada y, por lo tanto, plantas aisladas podrán producir semillas. Generalmente, en ausencia de competencia se pueden producir plantas muy grandes con una alta capacidad reproductiva (de 5 a 12 tallos y de 400 a 800

semillas por planta). Las semillas de avena silvestre pueden ser trasladadas a grandes distancias mediante diversas actividades realizadas por el hombre; por ejemplo, a través de semillas de cultivos para la siembra y para la alimentación del ganado, con la maquinaria agrícola, en sacos, paja, heno o ensilado. El viento, las aves y las pieles de animales también pueden ser vías importantes de diseminación natural. La diseminación por el hombre se puede evitar o, al menos, se puede reducir si se toman medidas efectivas, mientras que la diseminación natural no puede ser evitada. En todo caso, el control de bajas infestaciones, mediante la eliminación de algunas plantas introducidas en un área previamente no infestada, debe ser adoptado.

Distribución. La avena silvestre es un problema serio a escala mundial. Durante la última década la intensificación de la producción de cereales, el uso de cosechadoras combinadas y la aplicación de los herbicidas contra malezas de hoja ancha, han favorecido la propagación de la avena silvestre en la agricultura de clima templado.

A. fatua es la avena silvestre característica de regiones templadas del noroeste de Europa, de Norteamérica, Sudamérica (Argentina y Uruguay), Australia y Sudáfrica. Ambas sub-especies de *A. sterilis* se presentan en regiones con clima mediterráneo, como el sur de Europa, el norte de África, el Medio Oriente, también en Queensland (Australia) y en Kenya. *A. ludoviciana* parece ser la más ampliamente distribuida y abundante. Esta especie está más extendida al norte que *A. sterilis*, lo cual sugiere que la primera es más resistente al invierno que la última.

Importancia. La avena silvestre puede causar serias reducciones del rendimiento en los cultivos. La competencia responsable de la reducción del rendimiento se inicia probablemente alrededor del estadio de 3-4 hojas de la cebada y el trigo. El período de mayor reducción de la masa de la planta cultivable a causa de la competencia de la maleza se desarrolla durante la elongación del tallo. Los principales factores que influyen sobre la interacción competitiva son la fecha de siembra del cultivo, las densidades de éste y de la avena silvestre, y los períodos relativos de brotación de ambos. Generalmente, la cebada es el cereal más competitivo con *Avena*, mientras que el trigo, la avena cultivable y el centeno son muy similares en su comportamiento y suelen ser menos competitivos que la cebada. Las plantas cultivables dicotiledóneas también son pobres competidoras con la avena silvestre. Algunos autores han desarrollado ecuaciones para relacionar las reducciones del rendimiento de los cultivos con las densidades de avena silvestre (Dew 1983; Saavedra *et al.* 1989).

Estrategias de Manejo

Fecha de siembra. Como la avena silvestre tiene un largo período de brotación y pueden establecerse tempranamente, la siembra tardía del cultivo posibilita ejecutar la operación de control antes de la siembra, lo cual coincide con el período de mayor emergencia de la maleza. Las avenas silvestres también tienen un período de brotación más corto en el cultivo. Además, en cultivos de primavera con siembra tardía, las temperaturas son superiores y las plantas cultivables crecen mucho más rápidamente, inhibiendo así las plantas de avena silvestre que brotan posteriormente. Sin embargo, los rendimientos del cultivo suelen reducirse con la siembra de primavera tardía.



Foto 1a. Inflorescencia de *Avena fatua*



Foto 1b. Espiguillas de *Avena fatua*, *A. ludoviciana*
y *A. sterilis* o *macrocarpa*

Densidad del cultivo. El incremento de la densidad del cultivo se considera una vía útil para inhibir el desarrollo de la avena silvestre. En términos de densidad de siembra, se ha comunicado en varias oportunidades que el trigo y la cebada, sembrados a razón de 200 kg de semilla por hectárea, reducen mucho más la densidad de avena silvestre que cuando se utiliza la mitad de la norma de semilla indicada. Contrariamente, bajas densidades de semilla de trigo y cebada (40-60 kg/ha) contribuyen a un rápido incremento de la población de avena silvestre.

Labranza de las cepas. Esta operación tiene un efecto variable sobre la infestación subsiguiente de avena silvestre, lo cual puede deberse parcialmente a la edad del banco de semillas en el suelo y su ubicación en capas superficiales o profundas del suelo. Generalmente, el momento de la labranza es también muy importante para restringir o favorecer la infestación. La labranza de otoño al final de septiembre o principio de octubre tiende a favorecer la germinación de avena silvestre en el otoño. Esta práctica reduce más la población de avena silvestre en los cultivos subsiguientes que se siembran al final del otoño o principio de la primavera que una labranza similar realizada inmediatamente antes de la siembra. Por otra parte, las labranzas superficiales de cepas normalmente provocan infestaciones elevadas.

Quema de la paja. Esta práctica tiene poco efecto sobre las infestaciones subsiguientes de avena silvestre. El efecto inicial de la quema de la paja es el de reducir el número de semillas sobre la cepa, pero las diferencias entre parcelas quemadas y no quemadas son muy pequeñas pocos meses después. Además, la quema provoca la interrupción de la latencia de sólo una pequeña proporción del número total de semillas viables.

Rotación. Esta consiste en la sustitución de cultivos, en los cuales el control de la avena silvestre es muy difícil o muy costoso, por otros que evitan la infestación de avena silvestre o en los cuales se puede lograr un elevado control. Bajo condiciones mediterráneas, la infestación de avena silvestre en trigo de invierno se reduce grandemente al introducir al girasol en la rotación, el cual se siembra al final del invierno o en la primavera. La brotación de avena silvestre en cultivos de girasol es mucho menor que en trigo o en otros cultivos sembrados en invierno. Aunque las técnicas de control rotacional son medios efectivos para reducir las infestaciones de avena silvestre, ellas pueden ser limitadas por factores económicos o de manejo.

La extracción del campo de plantas puede detener el incremento del banco de semillas de avena silvestre en el suelo. Normalmente esta práctica es factible cuando la densidad de la maleza es baja (para eliminar manualmente una población de alrededor de 1500 plantas/ha, se puede requerir de 3 a 4 h./día). La llamada eliminación con herbicidas comprende la aplicación de un compuesto químico (a veces glifosato) sobre la panícula de la avena silvestre con el objeto de inhibir la viabilidad de las semillas. El producto se aplica tocando la panícula con guantes especiales, de superficie esponjosa, previamente humedecidos con la solución herbicida. La eliminación química es mucho más rápida que la manual, ya que no incluye la extracción de las plantas del campo.

Los herbicidas usados para controlar las especies de *Avena* incluyen los siguientes: Triallate, herbicida efectivo contra la avena silvestre, desarrollado a principio de los años 60. Su actividad es principalmente a través del suelo. La formulación líquida debe ser incorporada en los 2-5 cm superiores del suelo inmediatamente antes de surcar y

sembrar. Una incorporación uniforme con el suelo es esencial; si esto es difícil de lograr, sobre todo en condiciones de suelo muy húmedo, seco o pesado, entonces es preferible el uso de la formulación granulada, la cual se aplica sobre la superficie del suelo. Chlorotoluron e isoproturon son también herbicidas activos en el suelo y muy efectivos en aplicación pre-emergente. Precauciones deben ser tomadas, ya que las variedades de trigo y cebada son variables en su susceptibilidad/tolerancia a estos herbicidas. Estos herbicidas también controlan un conjunto de malezas de hoja ancha.

Difenzoquat y diclofop-metil son herbicidas de post-emergencia desarrollados en los años 70, que se aplican sobre las plantas de avena silvestre después de transcurrido el estadio de tres hojas. Difenzoquat es más selectivo en cebada, mientras que diclofop-metil lo es más sobre trigo. Estos herbicidas pueden causar alguna fitotoxicidad en algunas variedades de estos cultivos. Durante los años 70 también se desarrollaron algunos herbicidas de post-emergencia tardía para el control de avena silvestre, entre ellos benzoilprop-etil, flamprop-metil y flamprop-isopropil. Todos ellos se aplican en estadios tardíos, desde el final del ahijamiento hasta el estadio del segundo nudo del crecimiento del cultivo.

La gama de herbicidas utilizable para el control de avena silvestre en cereales se ha ampliado recientemente. Fenoxaprop-etil es un herbicida de post-emergencia, selectivo para el control de malezas gramíneas anuales y perennes en la mayoría de las plantas dicotiledóneas cultivables y en el trigo. Este herbicida es efectivo contra avena silvestre si se aplica hasta el estadio de segundo nudo de la maleza. Imazethabenz-metil se puede usar en trigo, cebada, girasol y otros cultivos, aplicado en post-emergencia, hasta el final del ahijamiento del cultivo. Haloxyfop, fluazifop y sethoxymid son todos graminicidas de post-emergencia, altamente efectivos, que se pueden utilizar en muchos cultivos de hoja ancha.

REFERENCIAS

- Carlson J.L. y J.E. Hill 1985. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: plant density effects. *Weed Science* 33:176-181.
- Chancellor J. 1976. Growth and development of wild oat plants. In: *Wild Oats in World Agriculture*, Agricultural Research Council, Londres, 1976. pp 89-98.
- Cussans G.W. y J. Wilson 1976. Cultural control. In: *Wild Oats in World Agriculture*, Agricultural Research Council, Londres, 1976. pp 128-142.
- Dew D.A. 1972. An index of competition for estimating crop loss due to weeds. *Canadian Journal of Plant Science* 52:921-927.
- García Baudin J.M. 1992. Especies adventicias del género *Avena* en los cereales (Trigo y cebada) españoles. *Fascículo Phytoma España* 1, 32 pp.
- Martin R.J., B.R. Cullis y D.W. McNamara 1987. Prediction of wheat yield loss due to competition by wild oats (*Avena* spp.). *Australian Journal of Agricultural Research* 38:487-499.
- Saavedra M., M.J. Jimenez Hidalgo y L. García Torres 1989. Wild oats (*Avena sterilis* subsp. *sterilis*) and wheat (*Triticum aestivum* L.) competition in southern Spain: a methodological approach. *Proceedings EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals*, Helsinki, pp 231-238.
- Thomas H. y I.T. Jones 1976. Origins and identification of weed species of *Avena*. In: *Wild Oats in World Agriculture*, Agricultural Research Council, Londres, 1976. pp 1-18.

CYNODON DACTYLON (L.) Pers.

R. Labrada

Caracterización

Cynodon dactylon, pasto de Bermuda, zacate chino, bremura o yerba fina, es una especie gramínea estolonífera y rizomatosa, de hábitos rastreros y prolongados tallos postrados, que suele enraizarse en sus nudos (Foto 1c.). Los tallos ascendentes alcanzan una altura de 15-25 cm. La inflorescencia está compuesta de 3-7 espigas digitadas, de 3-10 cm de longitud.

El pasto de Bermuda se reproduce por sus semillas y a través de sus estolones y rizomas. Su crecimiento y desarrollo son promovidos por condiciones de calor y humedad.

El pasto de Bermuda puede producir hasta 230 semillas/panícula durante los primeros tres meses después del inicio de la fructificación (Pérez y Labrada 1985). Las semillas germinan a temperaturas sobre los 20°C (Burton no fechado) y la emergencia tiene lugar dentro de las siguientes dos semanas, mientras que la emisión de hijos ocurre a los 25-30 días. El ciclo completo (desde la germinación hasta la producción de semillas) es de alrededor de cuatro meses (Pérez y Labrada 1985). Fotoperíodos de 12-13 horas (Lescano de Ríos 1983) y condiciones cálidas (Horowitz 1972) son favorables para la floración y la producción de semillas. Las plantas que se desarrollan a partir de los rizomas y de estolones tienen un patrón similar de crecimiento (Pérez *et al.* 1985). Una planta emergida de un rizoma puede cubrir 2.5 m² de superficie del suelo en 150 días después de la emergencia (Pérez y Labrada 1985).

Los rizomas del pasto de Bermuda pueden encontrarse a una profundidad de más de 20-25 cm en suelos arenosos (Horowitz 1972), pero cerca del 60% de sus rizomas están generalmente situados en los primeros 15 cm del suelo. Las raíces constituyen menos del 10% del total de la masa subterránea (Lescano de Ríos 1983).

Distribución/importancia. El pasto de Bermuda es una maleza común en huertos de árboles frutales, pastos, caña de azúcar, algodón y otros cultivos de campo. En muchos países productores de cítricos, el pasto de Bermuda es considerado la peor maleza en estas plantaciones (Jordan y Russell 1974; Casamayor y García 1977).

Vencill *et al.* (1992) indicaron que altas infestaciones del pasto de Bermuda reducen la altura de la planta, la densidad del follaje, el índice de área foliar y el rendimiento de semillas del algodón.

Aparte de la competencia con los cultivos por el agua y los nutrientes minerales del suelo, esta maleza es considerada una potente planta alelopática, que inhibe la producción del cultivo a través de sus exudados radicales y otras sustancias fitotóxicas liberadas foliarmente (Horowitz y Friedman 1971; Díaz y Kogan 1985; Labrada *et al.* 1986).

Estrategias de manejo

El laboreo intensivo con el uso a profundidad de arado de disco y de rastra ayuda a

reducir las infestaciones del pasto de Bermuda, mientras que la extracción de los rizomas sobre la superficie del suelo promueve la desecación (Crovetto y Rojo 1957). Sin embargo, aún con pérdidas de un 50% de su humedad original llegando a sólo un 10% del contenido original en la planta, las yemas de los rizomas son capaces de regenerar (Casamayor y García 1977). Thomas (1969) ha establecido que al mantener los rizomas de la maleza por espacio de una semana sobre suelo seco se consigue la muerte de un 90% de las yemas y la inhibición de la parte restante.

En Botswana, dos pases con arado de vertedera acoplado sobre un tractor, uno antes y el segundo al momento de la plantación, resultaron efectivos en la reducción del crecimiento del pasto de Bermuda. Tal medida se debe desarrollar durante, por lo menos, dos años consecutivos para conseguir la mejor efectividad. Esta técnica se entiende de gran potencial para la reducción de la infestación del pasto de Bermuda y es apropiada tanto para los que poseen tractor o para los agricultores que utilizan la tracción animal, pero que también tienen acceso a alquilar un tractor para la primera arada (Riches 1987).

De lo anterior queda claro que el pasto de Bermuda predomina en áreas con suelo no labrado o donde la preparación del terreno se desarrolla pobremente. La labranza de conservación, especialmente el cero laboreo, favorece el crecimiento del pasto de Bermuda debido a que los rizomas no son afectados por las labores de labranza (Vencill *et al.* 1992).

El desyerbe manual no es un método efectivo de control del pasto de Bermuda en los huertos de árboles frutales. En muchos casos los instrumentos de desyerbe ocasionan lesiones en las raíces superficiales de los árboles, lo que permite la entrada de patógenos como *Phytophthora* spp. y otros.

En Arabia Saudita, la alfalfa ha sido efectiva para inhibir la maleza que crece debajo de los árboles de cítricos (Kasasian 1971).

Relativamente pocos son los herbicidas efectivos para el control del pasto de Bermuda (Tabla 1). Bromacil se aplica selectivamente, en pre-emergencia o post-emergencia temprana, para el control del pasto de Bermuda en cítricos y plantaciones de piña (Pérez 1976; Casamayor y García 1977; di Lello 1983). Este compuesto tiende a lixivarse rápidamente en el suelo y no debe ser aplicado repetidamente por varios años en suelos con aguas subterráneas próximas a la superficie. Por igual razón no se debe aplicar en nuevas plantaciones de cítricos u otros que se cultivan sobre suelos arenosos o con bajo contenido de materia orgánica.

Glifosato, aplicado sobre el follaje del pasto de Bermuda, es también altamente efectivo cuando se utiliza en aplicaciones dirigidas en huertos de árboles frutales. Dos aplicaciones durante el año reducen considerablemente la cobertura del pasto de Bermuda en las plantaciones de cítricos (Casamayor y García 1981). El uso de glifosato en bananos y plátanos requiere de la aplicación cuidadosa, de manera tal de no mojar con la solución herbicida las partes verdes del pseudotallo de la planta para así evitar posibles daños.



Foto 1c. *Cynodon dactylon*

En cultivos de plantas dicotiledóneas, la aplicación de fluazifop-butil y haloxyfop-metil resultan efectivas para la eliminación del pasto de Bermuda (Kurtz 1983; Bryson y Wills 1985; Grichar 1986), pero una sola aplicación de cualquiera de estos herbicidas no es suficiente para lograr una eliminación completa.

Tabla 1. Herbicidas para el control de pasto de Bermuda

Herbicida	kg i.a./ha	Tratamiento	Cultivo
Bromacil	2.4-4.0	Pre o post tempr.	cítricos y piña
Fluazifop-butil	0.25-0.38	Post	plantas dicotiledóneas
Haloxyfop-metil	0.25-0.375	Post	<i>Idem</i>
Glifosato	1.5-2.2	Post	árboles frutales
Dalapon	10.0-13.0	Post (DS)	caña de azúcar
EPTC	3.2-6.4	PPI	soya, frijol
EPTC + dichlormid	3.2-6.4	PPI	maíz y caña de azúcar

Muchos de los herbicidas anteriormente indicados y dalapon son utilizados en aplicaciones directas sobre la cobertura del pasto de Bermuda en plantaciones de caña de azúcar. Sin embargo, efectos fitotóxicos sobre el cultivo provocados por algunas de estas aplicaciones ocurren con frecuencia. En Argentina, un control efectivo y seguro se ha logrado con la aplicación de pre-plantación de EPTC más dichlormid, combinado con una aplicación dirigida, en post-emergencia, de glifosato antes de que las hojas de la planta cultivable cierren las hileras o surcos del cultivo (Robinet y Finelli 1983).

EPTC, en pre-siembra, ha sido recomendado para su uso en soya o soja combinado con una aplicación post-emergente de fluazifop-butil, haloxyfop-metil o sethoxydim (Zorza *et al.* 1983).

Muchas veces los agricultores pequeños no pueden cubrir el costo del uso de los herbicidas. Es por eso que la realización de medidas de control mecánico, como ya describitas, pueden ayudar a minimizar el uso de herbicidas y obtener una eliminación técnicamente efectiva del pasto de Bermuda.

Un buen enfoque para el control del pasto de Bermuda puede serlo la determinación de los umbrales económicos de la maleza. Con tal información sería posible aconsejar cuando iniciar las prácticas de combate. Por ejemplo, en plantaciones jóvenes de *Citrus reticulata* se ha establecido que una cobertura de hasta 25% del pasto de Bermuda, durante un año, no afectó el crecimiento de los árboles, pero coberturas más densas

resultaron ser altamente depresivas (Pérez y Labrada 1986), por lo que se recomendó realizar las medidas de control antes que la cobertura de la maleza alcanzase un nivel de 25%.

REFERENCIAS

- Bryson C.T. y G.D. Wills 1985. Susceptibility of Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) biotypes to several herbicides. *Weed Science* 33:848-852.
- Burton G. sin fecha. Bermudagrass. *Agricultural Research Service USDA* 31:321.
- Casamayor R. y R. García 1977. *Cynodon dactylon*: una mala hierba para el cultivo de los cítricos en Cuba. *Centro Agrícola, mayo-agosto* pp 25-41.
- Casamayor R. y R. García 1981. Comportamiento de glyphosate y otros herbicidas en los cítricos de Jagüey Grande. *Resúmenes I Congreso Nacional de Cítricos y otros frutales, La Habana*, p 219.
- Crovetto R.M. y N.A. Rojo 1957. Plantas invasoras del cultivo del tabaco en el Noroeste argentino. *Revista Investigaciones Agropecuarias* XI:99-144.
- Díaz M.V. y A.M. Kogan 1985. Efecto alelopático de malezas y praderas perennes sobre el crecimiento de plántulas de ciruelo, manzano y vid. *Simiente* 55:33.
- Grichar W.J. 1986. Control of Bermudagrass in peanut with post-emergence grass herbicides. *Abstrs. Proceeding American Peanut Research and Education Society* 18:47.
- Horowitz M. 1972. Development of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Weed Research* 12:207-220.
- Horowitz M. y Theresa Friedman 1971. Biological activity of subterranean residues of *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Sorghum halepense* (L.) Pers. and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research* 41:88-93.
- Jordan L.S. y R.C. Rusell 1974. Summer weed problems in citrus orchards. *Citrograph* 59:225-226.
- Kasasian L. 1971. Weed Control in the Tropics. Leonard Hill Publ., Londres, 307 pp.
- Kurtz M.E. 1983. Experimental herbicides for Bermudagrass control in cotton. *Abstrs. Proceeding South Weed Science Society 36th Annual Meeting*.
- Labrada R., Caridad Font, R. Pazos y J. Hernández 1986. Alelopatía de malezas perennes sobre distintas plantas cultivables. II. Efecto de la incorporación de partes vegetales de las malezas al suelo. *Resúmenes VIII Congreso ALAM, Guadalajara*, p 37.
- Larsen T.E. 1985. Bermudagrass control with post-emergence herbicides. *Dissertation Abstracts International, B (Sciences and Engineering)* 46:356 B.
- Lello di J.R. 1983. Labranza mínima con herbicidas residuales en citricultura. *Malezas* 11:178-184.
- Lescano de Rios M.C. 1983. Bioecología del gramón (*Cynodon spp.*). I. Estudios de crecimiento. *IX Reunión argentina sobre la maleza y su control- Trabajos y Comunicaciones* 11:23-34.
- Pérez E. 1976. Control químico de malas hierbas en cítricos de fomento. *Agrotecnia de Cuba* 8:106-116.
- Pérez E. y R. Labrada 1986. Umbrales de daños de *Cynodon dactylon* en cítricos de fomento. *Agrotecnia de Cuba* 18:75-81.
- Pérez E., R. Labrada y M. Duarte 1985. Aspectos biológicos de *Cynodon dactylon*. I. Germinación y brotación de semillas y partes vegetativas. *Agrotecnia de Cuba* 17:69-77.
- Pérez E. y R. Labrada 1985. Aspectos biológicos de *Cynodon dactylon*. II Fases

- fenológicas y productividad de la planta. *Agrotecnia de Cuba* 17:37-45.
- Riches C.R. 1987. The cultural control of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Bulletin of Agricultural Research in Botswana* 6:32-37.
- Robinet E. y A.C. Finielli 1983. Control de la maleza al cierre del cañaveral con glifosato. *Malezas* 11:101-110.
- Thomas P.E.L. 1969. Effects of dessication and temperature on survival of *Cyperus esculentus* tubers and *Cynodon dactylon* rhizomes. *Weed Research* 9:1-8.
- Vencill W.K., L.J. Giraudo y G.W. Langdale 1992. Response of cotton (*Gosypium hirsutum*) to coastal Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) density in a no-tillage system. *Weed Science* 40:455-459.
- Zorza E.J., F.F. Sayago y L. Cholaky. Control de gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) en cultivo de soya cv. Hood. *Malezas* 11:239-250.

CYPERUS ROTUNDUS L.

J.D. Doll

Caracterización

Cyperus rotundus (Foto 1d.), también conocido como coquito, coquillo, corocillo, cebollín o cebolleta, es una ciperácea perenne que posee un extenso sistema de rizomas y tubérculos, de donde emergen brotes erectos de hasta alrededor 30 cm de altura. Los brotes comprenden hojas verde-oscuras y un tallo de sección triangular, donde aparece una inflorescencia carmelita o violacea.

Aunque las plantas pueden producir semillas viables, son los tubérculos la fuente principal de las infestaciones de *C. rotundus*. Su crecimiento, desarrollo y producción han sido extensamente estudiados (Rodríguez y Zabala 1983). Nuevos tubérculos no se forman después de la germinación durante varias semanas, pero el número de bulbos basales se eleva cinco veces (Hauser 1962a). La brotación de los tubérculos tiene lugar a temperaturas entre 10 y 45°C, las óptimas se encuentran entre 30 y 35°C. Usualmente un tubérculo sólo emite uno o dos rizomas, que se desarrollan próximos a la superficie del suelo. El bulbo basal normalmente se forma cerca de la superficie del suelo, pero puede formarse hasta profundidades de 20 cm y es el encargado de emitir las raíces y los rizomas. Los primeros 30 cm de rizomas crecen horizontalmente, luego sus extremos giran hacia arriba para formar nuevos brotes aéreos, que portan un nuevo bulbo basal. También el rizoma puede permanecer en el suelo y formar un tubérculo, a partir del cual se desarrollará un nuevo rizoma lateralmente. Todo esto provoca la formación de cadenas de tubérculos, algunas de las cuales se pueden hallar a 40 cm de profundidad del suelo. No obstante a esto, del 80 al 90% de los tubérculos se forman en los primeros 15 cm del suelo.

La producción de tubérculos por planta es aproximadamente de uno diario por planta durante los primeros 90 a 140 días (Smith y Fick 1937; Rao 1968; Fuentes y Doll 1976). Esto se traduce en poblaciones increíbles de tubérculos en un corto período de tiempo. Estudios realizados en Israel han mostrado que un solo tubérculo plantado en un campo puede extenderse en 90 cm en dos meses, mientras que dos estaciones después, la maleza produjo un incremento promedio de área de 2.8 m²/mes (Horowitz 1972). Las poblaciones de tubérculos alcanzaron un equivalente de 10 130 000/ha. En la Argentina, un tubérculo produjo 3 850 brotes en 6 meses (Rodríguez y Rainero 1983), y en los EE.UU., tubérculos, espaciados a 90 cm unos de otros, formaron un total equivalente a 11 000 000 de tubérculos y bulbos y 7 700 000 de plantas/ha en un año (Hauser 1962b).

Los tubérculos permanecen viables en el suelo durante varios años. La "latencia" de los tubérculos es realmente un ejemplo de dominancia apical, que se expresa de dos formas. En tubérculos individuales, una (a veces dos) yema apical brota primero. Si el brote inicial es eliminado, otras yemas brotarán. La segunda forma de dominancia se expresa entre tubérculos interconectados. Las cadenas de tubérculos producidas en un año deben ser consideradas como una sola unidad, ya que el tubérculo terminal muestra dominancia. En una cadena de tubérculos, las yemas en el tubérculo terminal (el más joven) generalmente brotan primero y esto evita que las yemas del resto de los



Foto 1d. *Cyperus rotundus*

tubérculos broten. Esta dominancia se pierde cuando se corta el rizoma que forma la cadena. Esta es la razón por la cual labores intensas de labranza a veces producen altas poblaciones de *C. rotundus*.

Distribución/importancia. *C. rotundus* es una de las malezas más serias de los trópicos. Se encuentra en más países, regiones y localidades del mundo que ninguna otra maleza (Holm *et al.* 1977). La maleza puede crecer prácticamente en cualquier tipo de suelo y pH, nivel de humedad y contenido de materia orgánica de éste. No tolera suelo salino ni sombra. *C. rotundus* se encuentra en campos de cultivos de secano (temporal) y de irrigación, en huertas de cítricos, a lo largo de canales de irrigación y zanjas de drenaje, a lo largo de las cercas, en las márgenes de los bosques y en áreas abandonadas (Doll 1986).

Esta maleza está bien dotada para competir por los nutrientes, el agua, y durante estadios tempranos de desarrollo, por la luz, ya que brota y crece más rápidamente que la mayoría de las plantas cultivables.

A pesar de ser una maleza de pequeño tamaño con relación a la mayoría de las plantas de cultivos, *C. rotundus* puede causar serias pérdidas de rendimiento. Compite fuertemente por N y puede extraer muchos kilogramos de nutrientes del suelo. más del 50% de estos elementos se almacena en los tubérculos (Bhardwaj y Verma 1968). *C. rotundus* reduce la concentración de N y K en las hojas de soya y sorgo, mientras que las plantas cultivables no afectan la composición de nutrientes de la maleza (Lucena y Doll 1976).

La competencia comienza temprano en el ciclo del cultivo. Una demora de 10 días entre la siembra y el primer desyerbe en maíz resultó en una pérdida de rendimiento del 19% en Colombia (Cruz y Cardenas 1974). Una demora de 30 días provocó un 27% de pérdida de la cosecha, mientras que la competencia durante todo el ciclo redujo los rendimientos en un 40%. *C. rotundus* también puede reducir la calidad de los cultivos de raíces, como la patata dulce o camote y la casava o yuca, así como de tubérculos y bulbos, como la papa y la cebolla. Las puntas de los rizomas pueden penetrar las estructuras subterráneas de estas plantas cultivables y así reducir su valor para la venta. También suele reducir el contenido de almidón de las raíces de la casava (Leihner y Lopez 1980).

C. rotundus a veces se presenta en poblaciones puras con nivel de infestación de moderado a alto en áreas donde incluso no se aplican medidas de control de malezas. Esto es debido probablemente a sus propiedades alelopáticas mediante las cuales los productos químicos producidos por *C. rotundus* inhiben el crecimiento de las plantas que se encuentran en inmediata vecindad (Friedman y Horowitz 1971). Los tubérculos son más inhibitorios que el follaje, mientras que el sorgo es más sensible a los aleloquímicos que la soya (Lucena y Doll 1976).

Estrategias de manejo

Un exitoso manejo de *C. rotundus* requiere del conocimiento de sus hábitos de crecimiento y biología, y la realización a largo plazo de un programa multifacético de manejo cultivo/maleza. Al igual que con otras malezas, un cultivo vigoroso es una

necesidad para un efectivo control cultural de *C. rotundus*. Esta maleza es sensible a la sombra, por lo que el ajuste de la distancia entre surcos del cultivo al ancho más estrecho posible para cada cultivo, así como la densidad de plantas al nivel práctico más alto posible, aseguran un rápido régimen de sombra sobre la superficie del suelo. Los cultivos que alcanzan un metro o más de altura (maíz, sorgo, o casava) serán más competitivos contra *C. rotundus* que los cultivos de porte bajo (la mayoría de las hortalizas). Cultivos de crecimiento rápido (sorgo, soya) requerirán medidas de control durante menor tiempo después de la siembra que aquéllos de crecimiento lento (casava, algodón, ñame). La inundación del suelo, como usualmente se realiza en la producción de arroz, inhibe el brote de los tubérculos, pero no los destruye. Estos últimos, tan pronto se realiza el drenaje, brotan con más rapidez que aquellos que se encuentran en áreas de secano (Cruz y Cárdenas 1974). La plantación de cultivos permanentes, como pasto o alfalfa, generalmente inhibe la infestación hasta que el campo sea labrado nuevamente para la plantación.

La clave para un exitoso control mecánico de *C. rotundus* son la puntualidad y la persistencia. Para preparar la cama de siembra se sugiere realizar varias labores mecánicas durante un período de 3 a 5 semanas. La primera labor puede destruir muchos de los vástagos brotados, pero si las plantas iniciales son destruidas, las yemas latentes en los tubérculos serán capaces de formar nuevas plantas en dos o tres ocasiones. La labranza también puede ubicar tubérculos no brotados en condiciones de suelo favorables para la brotación posterior. Esto es deseable si el campo va a ser labrado de nuevo antes de la siembra o si se está labrando repetidamente durante un período seco de barbecho para destruir los tubérculos. Sin embargo, tal enfoque pocas veces conduce a la erradicación de *C. rotundus*. Algunas comunicaciones sobre la erradicación de la maleza indicaron que esta labor tomó dos años con muchas labores mecánicas y manuales para alcanzar la meta (Davis y Hawkins 1943; Smith y Mayton 1942). El laboreo repetido del suelo es efectivo porque los tubérculos ubicados en las capas superficiales del suelo son vulnerables a la desecación. Para aniquilar los tubérculos sobre la superficie del suelo pueden requerirse 14 días con una temperatura de 40°C si la humedad relativa es alta (Cruz y Cárdenas 1974), mientras que si los tubérculos están a 5-8 cm de profundidad del suelo se requieren 21 días (Davis y Hawkins 1943) y la humedad del suelo deberá estar por debajo de 8% (Andrews 1940). La labranza siempre es más efectiva cuando el suelo está seco.

Después de la emergencia de la planta cultivable, se tienen que realizar las labores de cultivo mecanizado o escardas manuales antes que *C. rotundus* se establezca. De dos a cuatro labores generalmente son suficientes para que la primera ventaja a esta maleza. Los aperos de labranza o herramientas debe ser ajustados para desprender lo más posible el suelo de los tubérculos brotados y para cubrir la mayor cantidad posible de plantas de *C. rotundus*. Se deben evitar daños a las raíces de la planta cultivable cuando se realizan los desyerbes manuales o labores mecánicas. Los aperos de labranza y las herramientas se deben limpiar antes de abandonar los campos infestados a fin de evitar que los tubérculos se propaguen hacia las áreas no infestadas.

A pesar de la reconocida importancia de *C. rotundus*, existen relativamente pocas alternativas de control químico. En la Tabla 1 aparecen los posibles herbicidas para una amplia gama de cultivos.

Una sola aplicación de un herbicida nunca erradicará *C. rotundus*. Los mejores resultados se obtendrán cuando el uso de herbicidas esté integrado con el desyerbe mecánico. Las etiquetas de varios de los productos mencionados describen su efecto como "supresión" o inhibición de *C. rotundus*, en lugar de control. La duración del control de la mayoría de estos herbicidas es de 30-40 días como máximo. Los productos de post-emergencia, como 2,4-D y glifosato, sólo eliminan las plantas ya brotadas al momento de la aplicación. Glifosato no es selectivo y se debe aplicar antes de la emergencia del cultivo o cuidadosamente entre los surcos de los cultivos perennes establecidos. Este herbicida se transloca rápidamente a través del follaje hacia los bulbos basales y tubérculos de las plantas tratadas. El herbicida se puede aplicar de 3 a 4 semanas después de la preparación del terreno, por lo que la siembra se puede realizar sin movimiento alguno del suelo. Este enfoque de preparación a veces brinda al cultivo la oportunidad de aventajar a la maleza.

En el contexto de la agricultura de bajos insumos, es poco probable que con pocos gastos se alcancen resultados satisfactorios en el manejo de *C. rotundus*. En efecto, un manejo altamente técnico se requiere usualmente, mientras que las dosis de uso del herbicida raramente pueden ser inferiores a las normalmente recomendadas. Una estrategia económica para reducir la población de los tubérculos es aplicar repetidamente 2,4-D. Cinco aplicaciones de 2,4-D a intervalos de 30 días, seguido de labranza del suelo, redujo la población de tubérculos en un 86% (Doll y Piedrahita 1977). La población no varió cuando no se realizó preparación del terreno entre las aplicaciones. Tres aplicaciones similares de glifosato seguidas de labranza redujo la población de tubérculos en un 72%, pero este herbicida es considerablemente más costoso que 2,4-D.

Otro aspecto esencial es la prevención, la que consiste en un elevado manejo, ya que se necesita una observación sistemática de los equipos y materiales que vienen a la finca o predio, donde *C. rotundus* está ausente y otras medidas pertinentes de control. En resumen, sólo los productores que poseen programas de prevención cuidadosa y de manejo integrado de malezas pueden lograr éxitos en la producción agrícola en áreas infestadas de *C. rotundus*.

Tabla 1. Herbicidas para el control de *C. rotundus* en varios cultivos.

Herbicida	Momento	Cultivos
Bromacil	Pre	cítricos, piña
Butylate + dichlormid	PPI	maíz
Cycloate	PPI	remolacha, espinaca
2,4-D	Post	muchas gramíneas cultivables y otros cultivos
EPTC	PPI	frijoles, habas, alfalfa,
EPTC + dichlormid	PPI	maíz
Glifosato	Pre-plantación, como post para malezas; también post dirigido en cultivos de árboles	muchos cultivos anuales y perennes
MSMA	Post	algodón, caña de azúcar y cultivos de plantación
Norflurazon	PPI, Pre	algodón, frutales, nueces, soya
Pebulate	PPI	tabaco, tomate
Pyridate	Post	cacahuete

Otras especies de *Cyperus*

Cyperus esculentus L. es otra especie perenne, que se propaga a través de sus tubérculos. Esta difiere de *C. rotundus* en que es menos común en los trópicos (es más abundante en los sub-trópicos y clima templado). La especie produce tubérculos en los extremos de sus rizomas (no en cadenas); los tubérculos son ingeribles (se utilizan como alimento humano y animal); la inflorescencia de la planta es amarillenta y sus hojas basales son tan o más largas que el tallo. *C. esculentus* es más fácil de manejar que *C. rotundus*, lo cual se puede lograr con medidas culturales (con el uso de plantas cultivables competitivas) y con desyerbes manuales o mecánicos. Sin embargo, si no se le controla, las pérdidas de rendimiento pueden ascender a 40% en maíz y soya. *C. esculentus* es generalmente susceptible a los mismos herbicidas efectivos para el control de *C. rotundus*, aunque el tratamiento de pre-siembra, con incorporación al suelo, a base butylate es más efectivo sobre *C. esculentus* que sobre *C. rotundus*. También se pueden utilizar con éxito las aplicaciones pre-emergentes de alachlor y metolachlor, así como las post-emergentes de atrazina y bentazon.

C. difformis L. y *C. iria* L. son también ciperáceas anuales nativas de los trópicos del viejo mundo.

C. difformis L. está ampliamente distribuido en Asia, América Central y del Norte, África y Europa meridional, entre las latitudes de 35°y 45°N. La especie crece mejor en suelos inundados o muy húmedos y es, por lo tanto, una maleza importante en arroz irrigado. Sus plantas producen abundantes semillas que germinan y establecen rápidamente densas infestaciones (Vaillant 1967). Las plantas producen semillas durante todo el año de existir humedad disponible en condiciones del trópico (Holm *et al.* 1977). *C. iria* se encuentra principalmente en Asia y es común también en arroz, pero está menos adaptado a las condiciones acuáticas y puede también infestar áreas de té, banano y plátano, maíz, casava, caña de azúcar, piña y hortalizas (Holm *et al.* 1977).

REFERENCIAS

- Andrews F. 1940. A study of nutgrass, *Cyperus rotundus*, in relation to pH and aeration. *Physiologia Plantarum* 44:373-376.
- Bhardwaj R. y R. Verma 1968. Seasonal development of nutgrass (*Cyperus rotundus* L.) under Dehli conditions. *Indian Journal of Agricultural Science* 38: 950-957.
- Cruz R. y J. Cardenas 1974. Resumen de la investigación sobre control de coquito (*Cyperus rotundus* L.) en el Valle del Sinu, Departamento de Cordoba, Colombia. *Revista COMALFI* 1:3-13.
- Davis C. y R. Hawkins 1943. Eradication and control of nutgrass. *University of Arizona Agricultural Experiment Station Bulletin* 189, 20 pp.
- Doll J. 1986. *Cyperus rotundus* L.: Ecology, biology, physiology, morphology and importance. pp 71-89. En *FAO Plant Production and Protection Paper* 74, "Ecology and control of perennial weeds in Latin America", Roma.
- Doll J. 1991. Yellow nutsedge management in field crops. *North Central Region Publication* 220, 4 pp.
- Doll J.D. y W. Piedrahita 1997. Sistemas de control de *Cyperus rotundus* con glifosato y 2,4-D. *Revista COMALFI* 4:18-31.
- Friedman T. y M. Horowitz 1971. Biologically active substances in subterranean parts of purple nutsedge. *Weed Science* 19:398-401.
- Fuentes C. y J. Doll 1976. Efecto de la humedad y de la textura del suelo en el crecimiento y desarrollo del (*Cyperus rotundus* L.). *Revista COMALFI* 3:257-275.
- Hauser E. 1962a. Development of purple nutsedge under field conditions. *Weeds* 10: 315-321.
- Hauser E. 1962b. The establishment of nutsedge from space planted tubers. *Weeds* 10: 209-212.
- Holm L. D. Plucknett, J. Pancho y J. Herberger 1977. *The World's Worst Weeds*. University of Hawaii Press. 609 pp.
- Horowitz M. 1972. Growth, tuber formation and spread of (*Cyperus rotundus* L.) from single tubers. *Weed Research* 12:348-363.
- Leihner D. y J. Lopez 1980. Perdidas en el rendimiento y la calidad de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) causadas por coquito (*Cyperus rotundus* L.). *Revista COMALFI* 7:21-29.
- Lucena J. y J. Doll 1976. Efectos de inhibidores de crecimiento del coquito (*Cyperus rotundus* L.) sobre sorgo y soya. *Revista COMALFI* 3:241-256.
- Rao J. 1968. Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different depths of soil. *Madras Agricultural Journal* 55:19-23.
- Rodriguez N. y H. Rainero 1983. Crecimiento y desarrollo de cebollín (*Cyperus rotundus*

- L.) a campo. Asociacion Argentina de Malezas 11:59-72. (IX Reunion Sta. Fe, 1982: Trabajos y Comunicaciones).
- Rodriguez N. y J. Zabala 1983. Bibliografia retrospectiva de cebollin (*Cyperus rotundus* L.). Asociacion Argentina de Malezas 11:92-129. (IX Reunion Sta. Fe, 1982: Trabajos y Comunicaciones).
- Smith E. y G. Fick 1937. Nutgrass eradication studies. I. Relations of the life history of nutgrass (*Cyperus rotundus* L.) to possible methods of control. *Journal of the American Society of Agronomy* 29:1007-1013.
- Smith E. y E. Mayton 1942. Nutgrass eradication studies III. The control of nutgrass (*Cyperus rotundus* L.) on several soil types by tillage. *Journal of the American Society of Agronomy* 34:141-159.
- Valillant A. 1967. Chemical control of annual weeds in rice. *World Crops* 19:38-44.

ECHINOCHLOA CRUS-GALLI (L.) P. BEAUV.

K. Moody

Caracterización

El género *Echinochloa* está compuesto por alrededor de 50 especies. Los miembros más cosmopolitas y económicamente importantes del género son taxones del complejo *Echinochloa crus-galli*, conocida como arrozillo (barnyardgrass) (Barrett y Wilson 1981). *E. crus-galli* (Foto 2a.) es una especie anual variable que presenta muchas formas que difieren en el tamaño de la planta, tamaño y ramificaciones de la inflorescencia, grado de cubrimiento de las glumas de las espiguillas hispídas y su alta densidad a lo largo de las ramas (Michael 1973). Una sola planta puede producir hasta 40 000 semillas. El éxito de *E. crus-galli* como maleza es atribuido a su rápido desarrollo hasta la madurez reproductiva, una alta plasticidad fenotípica, la producción de grandes cantidades de pequeñas semillas, que se diseminan fácilmente, y a la latencia de la semilla (Barrett y Wilson 1981, 1983).

Distribución/importancia

E. crus-galli y especies afines son malezas principales en la mayoría de las regiones de cultivo del arroz en el mundo, incluso en áreas templadas, tales como América del Norte y Europa, pero excluida el África Occidental. También pueden ser malezas de importancia en muchos otros cultivos. *E. colona* (L.) Link, especie afín, está al menos tan diseminada, pero es menos asociada al arroz.

Estrategias de manejo

Prevención. La fuente primaria de infestación de muchas malezas, incluyendo *E. crus-galli*, es la semilla contaminada de los cultivos. El uso de semilla de arroz de buena calidad, libre de semillas de malezas, contribuye a prevenir la propagación de las infestaciones. Aunque *Echinochloa spp.* difieren del arroz por la casi total ausencia de lígula o aurícula, las plántulas son morfológicamente similares y a veces son trasladadas y trasplantadas junto a las de arroz, lo que causa una seria competencia. Se pueden usar herbicidas como thiobencarb, butachlor, pretilachlor + fenclorim, propanil y quinelorac + bensulfuron para el control selectivo de *E. crus-galli* en las almácigas o semilleros de plántulas de arroz (Rao y Moody 1988).

Métodos culturales. La preparación del terreno, el momento y el método de plantación, la variedad cultivable, la distancia de siembra y el manejo del fertilizante se pueden utilizar como partes integrales de un programa para el control de *E. crus-galli*, lo que no solamente ayuda a controlar la maleza, sino que igualmente beneficia el establecimiento de las plántulas de arroz (ver Capítulo sobre control de malezas en arroz). Un cultivo vigoroso de arroz eliminará muchas plántulas de malezas, lo que minimiza la necesidad de otros métodos de control.



Foto 2a. *Echinochloa crus-galli*

Manejo del agua. Algunas formas de *E. crus-galli* pueden germinar debajo del agua, pero la mayoría no es capaz, por lo que la brotación y crecimiento son inhibidas en alto grado al elevar la profundidad de inmersión. Una profundidad del agua de 15 cm detiene el crecimiento de las plantas de *E. crus-galli* y la mayoría suele morir (Arai 1963). Sin embargo, la inundación de los campos de arroz, con solamente 2-3 cm de profundidad de la lamina de agua después de la plantación, brindará un buen control de esta maleza gramínea.

Por el contrario, la disminución de la profundidad del agua o el drenaje completo del campo estimulará el establecimiento de *E. crus-galli*. La exposición del suelo, sin lamina de agua, durante suficiente tiempo, que permita el desarrollo de raíces secundarias de plántulas de *E. crus-galli*, lo que también reduce la efectividad de los herbicidas (Bayer *et al.* 1979).

Desyerbe físico. El desyerbe mediante arranque manual, con el pie o simplemente con herramientas manuales es el método más común de control de *E. crus-galli* en arroz en los trópicos. Tales métodos pueden ser muy efectivos, pero son muy lentos, penosos y requieren de mucha mano de obra. En algunas áreas existe escasez de mano de obra para el desyerbe y los costos se elevan enormemente. Es por eso que el uso de herbicidas sea a veces un medio más práctico y económico para el control de las malezas que el desyerbe manual.

Herbicidas. La integración de los métodos químicos de control de malezas en los sistemas de cultivo del arroz es vital para obtener un resultado aceptable económicamente. Con el fin de lograr éxitos, el control de malezas en arroz debe consistir en la práctica de métodos profiláctico, cultural, mecánico y químico, así como de manejo del cultivo. Por ejemplo, en los EE.UU. el control de *E. crus-galli* se logra mediante la combinación de: (i) labranza de pre-siembra, (ii) siembra de variedades de rápido crecimiento a altas densidades, (iii) uso de herbicidas antes de que la competencia de las malezas se haga intensa, y (iv) un correcto manejo del agua (Turner 1983).

Muchos de los herbicidas que se aplican para el control general de malezas en arroz, brindan buen control de *E. crus-galli* (ver Capítulo 13). En los Estados Unidos hay disponibles al menos ocho programas de herbicidas, muy variables en sus costos, para el control de *E. crus-galli*. A densidades muy bajas de la maleza (0.5 plantas/m²), los costos de los programas de control con bajos y altos insumos fueron superiores a las pérdidas causadas por las malezas. A una densidad de 1 planta/m² de *E. crus-galli*, el programa de bajo costo fue rentable, pero no así el de alto costo. A densidades de *E. crus-galli* de 2-3 plantas/m², ambos programas de control de malezas fueron rentables (Smith 1989). A la hora de seleccionar un herbicida para el control de *E. crus-galli* se debe dar preferencia a la nueva generación de herbicidas, los que son más seguros para el hombre y el medio ambiente. El uso repetido de propanil ha conducido al desarrollo de biotipos resistentes de *Echinochloa colona*, por lo que se debe utilizar la rotación de herbicidas como parte del programa de manejo de malezas con propanil (Garro *et al.* 1991).

REFERENCIAS

- Arai M. 1963. Theory of rice crop plant protection. I. Weed control. En: M. Matsubayashi, R. Ito, T. Nomoto, T. Takase y N. Yamada, Eds., *Theory and practice of growing rice*. pp 228-251. Fuji Publishing, Tokio, Japón.
- Barrett S.C.H. y B.F. Wilson 1981. Colonizing ability in the *Echinochloa crus-galli* complex (barnyard grass). I. Variation in life history. *Canadian Journal of Botany* 59:1844-1860.
- Barrett S.C.H. y B.F. Wilson 1983. Colonizing ability in the *Echinochloa crus-galli* complex (barnyard grass). II. Seed biology. *Canadian Journal of Botany* 61:556-562.
- Bayer D.E., D.M. Brandon, D. Seaman, J.F. Williams, C.M. Wick y B.B. Fischer 1979. *Weed control in rice*. Leaflet 21087, Division of Agricultural Sciences, University of California, Berkeley, California, EE.UU., 8 pp.
- Garro J.E., R. de la Cruz y P.J. Shannon 1991. Propanil resistance in *Echinochloa colonum* populations with different herbicide use histories. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, pp 1079-1083.
- Michael P.W. 1973. Barnyard grass (*Echinochloa*) in the Asia-Pacific region with special reference to Australia. En: *Proceedings of the 4th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Rotarua, New Zealand*. pp 489-493.
- Rao A.N. y K. Moody 1988. Weed control in rice seedling nurseries. *Crop Protection* 7:202-206.
- Smith R.J. Jr. 1989. Economics of weed control in U.S. rice. In: *Weed problems and their economic management*. Asian-Pacific Weed Science Society and Korean Society of Weed Science, Suweon, Corea. pp 39-51.
- Turner R.G. 1983. Weed control: an essential part of rice husbandry. *SPAN* 26:19-25.

IMPERATA CYLINDRICA (L.) RAEUSCHEL

P.J. Terry

Caracterización

Imperata cylindrica (comúnmente conocida como alang-alang, sujo y muchos otros nombres) es una gramínea perenne que se presenta como maleza en los sistemas de cultivo anual y perenne en todos los continentes, excepto la Antártida. Cinco variedades están reconocidas (Hubbard 1944). La variedad *major* está ampliamente propagada en Asia, Australia, África Oriental y Meridional; la variedad *africana* se encuentra en África Sub-Sahariana, especialmente en el occidente; la variedad *europaeae* se encuentra en los países del Mediterráneo Occidental y en el Asia Central; la variedad *condensata* se encuentra en América del Sur; y la variedad *latifolia* se encuentra en el norte de la India. Se conocen otras siete especies de *Imperata* (Clayton y Renvoize 1986) que incluye *I. brasiliensis* Trin e *I. contracta* (Kunth.) Hitchc., que son malezas en América del Sur.

Hubbard (1944) y Holm *et al.* (1977) han aportado descripciones botánicas de *I. cylindrica*, planta que varía grandemente en su forma. Sin embargo, esta maleza es esencialmente una gramínea perenne que produce macollas libres o compactas, con tallos erectos (10-280 cm de altura), que brotan de rizomas robustos, ramificados, blanquecinos y rastreros. La mayoría de los rizomas se encuentran en los primeros 40 cm del perfil del suelo, pero pueden crecer hasta profundidades de más de un metro. La inflorescencia (Foto 2b.) es una panícula cilíndrica, en forma de espiga, de 3-60 cm de longitud y de 0.5-2.5 cm de ancho, compuesta de muchas espiguillas, rodeadas de pelos, lo cual le da a la inflorescencia una apariencia sedosa y blanca.

La propagación de *I. cylindrica* es mediante semillas y rizomas, y su floración usualmente se inicia por condiciones adversas, tales como la quema, el corte o la sequía. La maleza produce numerosas semillas (hasta 3000 por planta) que se pueden dispersar por el viento a grandes distancias. Santiago (1965) comunicó que el 95% de las semillas puede germinar dentro de una semana después de la cosecha y que pueden permanecer viables, al menos, durante un año. La propagación vegetativa a través de sus rizomas le concede a *I. cylindrica* su reputación de maleza agresiva e invasora. Varios autores han confirmado la capacidad vegetativa de *I. cylindrica*, incluyendo a Eussen (1980), quien comunicó que un solo nudo de rizoma podía producir 350 brotes en seis semanas y ocasionar un cubrimiento del suelo de 4 m² en 11 semanas. Una población vigorosa de *I. cylindrica* puede contener 40 toneladas de masa fresca de rizomas por hectárea con millones de yemas viables, potencial suficiente para re-establecer la maleza una vez superadas las condiciones adversas de crecimiento o de una operación de control incompleta.

Distribución/Importancia. *I. cylindrica* es citada por Holm *et al.* (1977) como maleza importante en 35 cultivos de 73 países. Ningún cultivo que se encuentre dentro del rango ecológico de la *I. cylindrica* está libre de la amenaza de infestación. La maleza también se ha ganado una merecida reputación de ser una plaga de las plantaciones de caucho, palma de aceite, cocotero, piña, té y árboles maderables, además de una amplia gama de cultivos anuales, incluyendo el arroz de secano, maíz, cacahuete, algodón, y muchos otros. La producción de cultivos anuales puede ser severamente reducida, mientras que

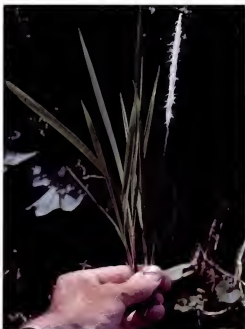


Foto 2b. *Imperata cylindrica*

el establecimiento de plantaciones de cultivos perennes robustos es seriamente retrasado por *I. cylindrica*. Holm *et al.* (1977) citan estudios en Malasia, donde árboles de caucho de cinco años de edad, rodeados de *I. cylindrica*, alcanzaban solamente la mitad del crecimiento anual de los árboles libres de la maleza. Estas pérdidas son indudablemente ocasionadas por la competencia de la maleza por las fuentes de crecimiento, aunque también se sospecha que la alelopatía esté implicada. *I. cylindrica* también es reconocida como un peligro de incendio en las plantaciones y como hospedera de plagas de vertebrados e invertebrados.

Las bondades de *I. cylindrica* están muy opacadas por sus características como maleza, pero su papel en la conservación del suelo no debe ser subestimado. La maleza ha encontrado uso en la construcción de techados, producción de papel, como combustible, alimento animal y medicina tradicional, aunque siempre en escala relativamente pequeña.

Estrategias de manejo

En plantaciones bien manejadas del Sudeste Asiático *I. cylindrica* no se considera más un problema serio, lo cual confirma que una combinación de vigilancia, de esfuerzos a largo plazo, estrategias efectivas y gastos considerables de mano de obra y capital puede lograr el control de la maleza. Tal empeño no está siempre al alcance económico de muchos pequeños agricultores. Sin embargo, aún éstos se pueden beneficiar con algunas de las estrategias de control recomendadas. La clave para el manejo exitoso de *I. cylindrica* está en el establecimiento rápido de un sistema sostenible de cultivo, posterior al uso de cualquier otro método de control. Esto es debido a que *I. cylindrica* sucumbe ante la competencia de un cultivo bien manejado y la negligencia en el manejo se penaliza con una rápida recolonización de la maleza.

Opciones para el manejo de *I. cylindrica* aparecen más adelante en este texto, pero para mayores referencias se deben consultar las reseñas de Brooks (1989) y Townson (1991).

Control mecánico. La quema es ampliamente practicada por los pequeños agricultores para limpiar sus tierras infestadas de *I. cylindrica*, medida que resulta ser rápida, poco costosa (siempre que el fuego no se salga del área de control y destruya cultivos y propiedades cercanas) y elimina virtualmente toda la masa aérea de la planta. Desafortunadamente, *I. cylindrica* es tolerante a la quema y tienen lugar rápidos rebrotes a partir de los rizomas protegidos por el suelo.

Las labores de escarda con herramientas manuales o de labranza mediante equipos de tracción animal son ampliamente usados por los pequeños agricultores, pero esto puede exigir una alta mano de obra. Tinholt (1988) indica la necesidad de utilizar 125-200 hombres-días por hectárea para escardas manuales. Tales requerimientos pueden ser tan inaccesibles para los agricultores que los mismos pueden optar por abandonar la tierra y perder su capacidad productiva. Las labores de cultivo con tracción mecánica son ampliamente recomendadas. Extensas áreas se pueden cultivar con este método, pero su éxito dependerá del grado de desecación de los rizomas o su incorporación a profundidades del suelo (a más de 15-20 cm) a fin de reducir o evitar su ulterior rebrote. Los rizomas pierden su capacidad de crecer si se secan hasta 70-75% de su masa fresca (Soerjani 1970) o si se exponen sobre la superficie del suelo durante uno o dos días

(Ivens 1980). Las recomendaciones a tales efectos son de 3-8 aradas y pases de rastra a profundidades de 25-40 cm en intervalos de 3-4 semanas. Las condiciones locales determinan los tratamientos óptimos y las labores de cultivo. Las desventajas de los cultivos mecanizados son: (a) generalmente no producen un control duradero, (b) los suelos pueden ser dañados mediante compactación, al elevar la probabilidad de erosión y si se produce mezcla de la capa superior del suelo con el subsuelo, (c) el control requiere consume mucho tiempo, y (d) son costosos.

El aplastamiento del follaje de la maleza con rodillos o tabloncillos puede ayudar a eliminar *I. cylindrica* si se practica en combinación con un cultivo de cobertura de alguna leguminosa (Bourgoing y Boutin 1987; Cox y Johnson 1991).

Control cultural. *Imperata cylindrica* es una planta C_4 , lo cual significa que no tolera la sombra. Por lo tanto, si la cobertura de los cultivos, sean alimenticios o árboles, sobre la superficie del suelo se establece exitosamente, la maleza se hallará en desventaja competitiva. Una cuidadosa selección y manejo de la leguminosa de cobertura se requiere, para lo cual se tendrá en cuenta factores tales como la tolerancia a la sequía, la facilidad de su establecimiento, capacidad de nodulación, requerimientos de fertilizantes, su aceptación por los animales caso de destinarse para pasto y los costos de las semillas o sus propágulos para fines de siembra. Las leguminosas que se han utilizado solas o en mezclas en plantaciones para ayudar a eliminar *I. cylindrica* son: *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth., *Desmodium intortum* (Mill.) Fawc. y Rendle, *Calopogonium mucunoides* Desv. y *Centrosema pubescens* Benth. Las conveniencias del uso de leguminosas como cultivos de cobertura al nivel del pequeño agricultor es objeto de debate. Sin embargo, las leguminosas intercaladas en plantaciones de árboles, tales como caucho y palma de aceite, puede ser una alternativa práctica para el control de *I. cylindrica*, a la vez que se usa productivamente la tierra.

Herbicidas. Se han utilizado muchos compuestos para el control de *I. cylindrica*, tales como aceites minerales, arsenito de sodio, clorato de sodio, paraquat, asulam, TCA, tetrapion, fluzafop-butyl, glufosinato-amonio, dalapon, imazapyr y glifosato (Brook 1989). Imazapyr, a razón de 1 kg i.a./ha, es uno de los herbicidas más efectivos para el control de *I. cylindrica*, el cual destruye los rizomas y el follaje de la maleza. Sin embargo, la larga residualidad de este herbicida en el suelo y su costo relativamente alto no propician su uso por los pequeños agricultores. Glifosato no tiene actividad residual en el suelo y su costo de uso, comparado con otros métodos, es bajo (aunque posiblemente aún muy costoso para muchos agricultores de pocos recursos). Glifosato se aplica normalmente a una dosis de 1.8 kg i.a./ha sobre el follaje en crecimiento activo de *I. cylindrica*, a través del cual es absorbido y translocado hacia los rizomas, lo que causa la muerte de la mayor parte de la planta en un plazo de 2-4 semanas. Un pequeño rebrote es casi inevitable, el cual se deberá eliminar con aplicaciones localizadas sobre los manchones existentes. Aunque se debate cual de los dos métodos de aplicación es el más factible, glifosato se puede aplicar en volúmenes de aspersión desde 20 l/ha, usando asperjadoras de disco giratorio, hasta 600 l/ha, usando asperjadoras hidráulicas manuales. Sin embargo, glifosato es un herbicida muy versátil, siempre que se garantice su aplicación 6-8 horas antes de la ocurrencia de lluvias, lo que evitará su lavado del follaje de la planta tratada.

En la actualidad no hay duda alguna respecto a la existencia de tecnología para el manejo de *I. cylindrica*. El reto está en ponerla a disposición de millones de pequeños agricultores en los países en desarrollo, quienes sufren de la incidencia de esta maleza.

REFERENCIAS

- Bourgoing R. y D. Boutin 1987. An *Imperata* control method using a lightweight wooden roller and planting a cover crop (*Pueraria*) on smallholder young coconut plantations. *Oléagineux* 42:21-22.
- Brook R.M. 1989. Review of literature on *Imperata cylindrica* (L.) Racuschel with particular reference to South East Asia. *Tropical Pest Management* 35:12-25.
- Clayton W.D. y S.A. Renvoize 1986. *Genera Graminum. Grasses of the World*. Her Majesty's Stationery Office, Londres, 389 pp.
- Cox T.I. y D.E. Johnson 1991. *UK Overseas Development Administration Imperata Project (X0116) Annual Report, November 1989 - June 1991*. Pusat Penelitian Perkebunan Sembawa, P.O. Box 127, Palembang, Indonesia.
- Eussen J.H.H. 1980. Biological and ecological aspects of alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.). *Proceedings of a BIOTROP Workshop on Alang-alang. BIOTROP Special Publication No. 5*:15-22. BIOTROP, Bogor, Indonesia.
- Holm L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho y J.P. Herberger 1977. *The World's Worst Weeds. Distribution and Biology*. The East-West Center, The University Press of Hawaii, Honolulu, 609 pp.
- Hubbard C.E. 1944. Chapter 1. Taxonomy, description and distribution of species and varieties. En: *Imperata cylindrica. Taxonomy, Distribution, Economic Significance and Control*. Imperial Agricultural Bureaux Joint Publication No. 7:5-13.
- Ivens G.W. 1980. *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. in West African agriculture. En: *Proceedings of BIOTROP Workshop on Alang-alang. BIOTROP Special Publication No. 5*:149-156. BIOTROP, Bogor, Indonesia.
- Santiago A. 1965. Studies on the autecology of *I. cylindrica* (L.) Beauv. En: *Proceedings of Ninth International Grassland Congress*, Sao Paulo, Brazil, pp 499-502.
- Soerjani M. 1970. Alang-alang *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. (1812) pattern of growth as related to its problem of control. *BIOTROP Bulletin No. 1*, 87 pp. BIOTROP, Bogor, Indonesia.
- Tinholt J.G.N. 1988. Control of alang-alang (*Imperata cylindrica*) in transmigration settlement areas. *Report of the Technical Support Team, TRANS V Project*, 18 pp. Jakarta, Indonesia.
- Townson J.K. 1991. *Imperata cylindrica* and its control. *Weed Abstracts* 40:457-468.

PASPALUM VIRGATUM L.

R. de la Cruz, A. Merayo, G. Zuñiga y R. Labrada

Caracterización

Paspalum virgatum, cortadora, corta boca, cabezona o caguazo, es una gramínea perenne con plantas densamente macizas, de hasta 2 m de altura. Las hojas tienen márgenes aserrados y muy afilados. La inflorescencia es una panícula carmelita oscuro de hasta 25 cm de longitud.

P. virgatum se reproduce mediante semillas y vegetativamente mediante secciones de tallo con raíces. Una sola panícula de la planta puede producir hasta 1500 semillas, con una germinación variable (Sistach y Leon 1987b). Generalmente la germinación de la semilla tiende a incrementarse dos meses después de su maduración. Las semillas son capaces de brotar desde profundidades de 7 cm, pero no de 13 cm (Sistach y Leon 1987a). En el Caribe, esta maleza gramínea florece dos veces al año y su ahijamiento ocurre al comienzo de la floración, o sea 90 días después de la brotación de la planta (Sistach y Leon 1987b).

P. virgatum es sólo ingerido por los animales durante los estadios tempranos de desarrollo. Posteriormente, la maleza se hace no comestible debido a sus hojas con márgenes afilados, bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de fibra (Sistach y Leon 1987b).

Distribución/importancia. *P. virgatum* es una planta común en pastos, cultivos perennes, orillas de carreteras y en terrenos bajos húmedos de varios países de América Central y el Caribe. En América Central prevalece en áreas de alta pluviosidad, con suelos bien drenados. La planta, al no ser ingerida por los animales en los pastizales y establecerse plenamente, invade rápidamente el pastizal, lo que reduce su valor comercial.

Estrategias de manejo.

La extracción manual es un método inefectivo y tedioso. *P. virgatum* normalmente produce tanta masa seca por sus raíces como por su follaje (Sistach y Leon 1987b), lo que demuestra su grado de anclaje en el campo y la dificultad de destruirlo mediante extracción física. La quema tampoco ha tenido éxito, ya que el método sólo destruye con efectividad las semillas de la maleza que se encuentran sobre la superficie del suelo (Kellman 1980).

Un pastoreo excesivo en áreas de baja o moderada infestación debe ser evitado. Una alta presión de pastoreo daña pronto a los pastos y reduce su competitividad con *P. virgatum*.

En aquellos pastizales fuertemente infestados por *P. virgatum*, con más de 35% de infestación, lo mejor es destruir el pasto (Sistach y Leon 1987b) y preparar el terreno durante un período de tiempo, combinando adecuadamente las labores de arada y los pases de rastra a fin de agotar las partes vegetativas y eliminar las semillas de la maleza en el suelo, antes de proceder a la plantación.

El control químico puede ser utilizado para el control de esta maleza, así como para prevenir altas infestaciones en los pastizales. En Cuba, atrazina (3 kg i.a./ha), aplicado en pre-emergencia, es altamente efectivo contra *P. virgatum* y es recomendado para su uso selectivo en plantaciones de fomento de pasto de Bermuda costera (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. cruce costero No.1), y otras especies de Bermuda (variedades 67 y 68), pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis* Vanderyst), pangola (*Brachiaria decumbens* Stapf), pasto rey (king grass) (*Pennisetum purpureum* Schum. x *Pennisetum americanum* L. Leeke), hierba de Guinea likoni (*Panicum maximum* Jacqu. var. *likoni*) y la grama rhodes (*Chloris gayana* Kunth). sólo el último indicado es ligeramente susceptible a este tratamiento durante el período anterior a su primer corte (Sistach y Leon 1987b).

Trifluralin (0.6 kg i.a./ha), aplicado en pre-plantación e incorporado al suelo, inhibe significativamente la germinación de las semillas de *P. virgatum* (Sistach *et al.* 1982). Este tratamiento se puede usar en áreas de leguminosas, tales como *Glycine wightii* (Wight & Arn.) Verde.

Existen otros herbicidas post-emergentes que se pueden usar en tratamientos localizados sobre focos de la maleza en áreas afectadas. Estos son diuron (al 3% en suspensión acuosa) con la adición de un agente tensoactivo (al 0.5%) (Doll y Argel 1976), dalapon (10 kg i.a./ha o al 2.5% en solución acuosa) (Sistach y Leon 1987b), TCA Na (al 5% en solución acuosa) (Pérez y Mustelier 1985), y haloxyfop-metil (0.3 kg i.a./ha) (de la Cruz *et al.* 1990). En Panamá, también se ha usado glifosato (al 2% en solución acuosa) de igual forma a los herbicidas mencionados anteriormente. Todos estos compuestos pueden ser fitotóxicos a las gramíneas utilizadas como pastos y su aplicación debe ser dirigida sobre la maleza. La mayor efectividad con cualesquiera de estos herbicidas se obtiene cuando la aplicación se realiza antes del estadio de floración de la maleza. En situaciones diversas una aplicación no será suficiente para controlar la infestación, por lo que en tales casos es aconsejable repetir el tratamiento 20-25 días después del primero.

Desde el punto de vista económico la aplicación localizada de herbicidas sobre manchones de la maleza, en áreas con infestación baja o moderada de *P. virgatum*, es poco costosa.

REFERENCIAS

- De la Cruz R., A. Merayo y H. Zuñiga 1990. Combate químico de *Paspalum virgatum*. En *Proceedings of XXXVI Annual Meeting of PCCMCA, San Salvador, El Salvador* p. 1.
- Doll J. y P. Argel 1976. *Guía práctica para el control de malezas en potreros*. ICA, Colombia, 15 pp.
- Kellman M. 1980. Longevity and susceptibility to fire of *Paspalum virgatum* L. seed. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 57, No.4.
- Pérez E. y A. Mustelier 1985. Distribución de *Paspalum virgatum* (caguazo) y evaluación de herbicidas para combatirlo. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas* 8:39-50.
- Sistachs M. y J.J. León 1987a. Control del caguazo. *Revista ACPA (Asociación de Producción Animal)* 2:31-35.
- Sistachs M. y J.J. León 1987b. El caguazo (*Paspalum virgatum* L.), Aspectos biológicos, su

- control en pastizales*. Editorial del Instituto de Ciencia Animal (EDICA), La Habana, 57 pp.
- Sistachs M., Lidia Fernandez y J.J. León 1982. Susceptibilidad de la semilla de caguazo (*Paspalum virgatum* L.) a diferentes herbicidas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 16:113-117.

PENNISETUM CLANDESTINUM Hoechst. ex Choiv.

S.F. Helfgott

Caracterización

Pennisetum clandestinum (Foto 2c.), conocido como kikuyo en países de habla hispana, es una gramínea perenne rastrera perteneciente a la sub-familia Panicoideae. Se reproduce mediante sus semillas y vegetativamente a través de rizomas y estolones. Las semillas de la planta pueden permanecer viables en el suelo por más de 10 años. Los rizomas y estolones producen raíces fibrosas en sus nudos, lo que crea densas esterapas (García et al. 1975). Los rizomas pueden penetrar en el suelo hasta una profundidad de 20-30 cm. Los estolones generalmente producen tallos erectos de 10-60 cm de altura. Las láminas foliares son alternas, suavemente velludas y estrechas, de 8-15 mm de ancho y 24 cm de largo. Las espiguillas están compuestas de sólo 3-4 florecillas encerradas y medio encubiertas por la vaina foliar, de ahí el nombre *clandestinum*. El fruto es una cariopside oscura, de 2.8 por 1.5 mm de tamaño, que posee una sola semilla.

Distribución/importancia. El kikuyo proviene de las áreas de pastizales de las alturas del África Oriental, que fue introducida como cultivo forrajero en varias zonas tropicales y subtropicales durante el siglo pasado, principalmente en países localizados entre los 35° al norte o al sur del ecuador.

Se utiliza como cultivo de forraje y también para prevenir la erosión. Mears (1970), en su reseña sobre la utilidad del kikuyo, citó más de 126 fuentes bibliográficas sobre el uso de esta planta como cultivo de forraje. Sin menosprecio de su utilidad como forraje, esta gramínea perenne prospera en muchas áreas de cultivo, donde causa considerables problemas.

Los efectos nocivos de esta maleza aparecen rápidamente, especialmente en áreas de alfalfa, cereales y pastos, o sea donde el suelo no es cultivado después de la siembra. En la zona andina, los campos de alfalfa pueden ser devastados completamente en 2-3 años después del establecimiento del kikuyo (Helfgott 1986).

Estrategias de manejo

El kikuyo es una planta agresiva y la principal vía para su control es prevenir su ulterior propagación hacia áreas de cultivo no infestadas. Las semillas de los cultivos deben estar libres de semillas de la maleza. El ganado, que ya haya pastado en áreas infestadas, se debe mantener alejado de las áreas no infestadas durante, al menos, 10 días. También es aconsejable no aplicar estiércol de ganado proveniente de áreas infestadas en otras no infestadas por la maleza.

Todas las plantas de kikuyo, que crecen en los márgenes de los campos de cultivo, deben ser eliminadas hasta lograr su total erradicación.

Los aperos de labranza agrícolas deben ser limpiados cuidadosamente después de cualquiera labor en un área infestada, de forma tal que no se transporte semillas ni partes vegetativas del kikuyo hacia las áreas de cultivo libres de la maleza.

En cultivos de hileras es realmente muy difícil controlar el kikuyo dentro del período de crecimiento, pero cierto éxito se alcanza con las labores de cultivo entre surcos y la aplicación de algunos nuevos "graminicidas", tales como fluazifop-butyl, etc., que podrían ser utilizados en un grupo de cultivos de hoja ancha. Sin embargo, siempre es mejor reducir el problema antes de plantar. El mejor método es el de labrar y extraer las partes subterráneas del kikuyo hacia la superficie del terreno para su exposición y posterior desecación bajo los efectos de la luz solar, o recogerlos y quemarlos para evitar su posterior rebrote. También es posible utilizar glifosato o dalapon, los que se aplican durante el período de preparación del terreno, 2-3 semanas antes de la siembra con la primera emergencia de la maleza. El uso de herbicidas dependerá necesariamente de la situación económica de la finca o predio y de los fondos disponibles para la adquisición de tales agroquímicos.

En el caso de campos de alfalfa o de pastos, el desyerbe manual es el método más efectivo. Otras medidas de control podrían ser el pase de una rastra de dientes flexibles después del pastoreo o del corte de la cosecha.

REFERENCIAS

- García J., B. MacBryde, A. Molina y O. Herrera 1975. *Malezas prevalentes de América Central*. IPPC, OSU, Corvallis, 161 pp.
- Helfgott S.F. 1986. Ecología, biología, uso y control de *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. En: *Ecología y control de malezas perennes en América Latina*, FAO, Roma, pp 337-340.
- Holm L., D. Plucknett, J. Pancho y J. Herberger 1977. *The World's Worst Weeds. Distribution and Ecology*. Univ. of Hawaii, 609 pp.
- Mears P. 1970. Kikuyu as a pasture grass. *Tropical Grasslands* 4:139-152.

ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS (Lour.) Clayton

R. Labrada

Caracterización

Rottboellia cochinchinensis, "caminadora, saeta, paja peluda, rogelia o zancaraña", es una gramínea anual de tallos robustos y erectos de hasta 3 m de altura, que generalmente ahija y enraíza en los nudos (Foto 2d). La inflorescencia es un racimo cilíndrico en forma de espiga de hasta 15 cm de longitud. Las semillas son cápsulas agudas que contienen el grano. Una planta puede producir más de 3000 semillas (Thomas 1970). Las semillas generalmente poseen alguna latencia y las semillas frescas requieren de un período de acondicionamiento de 4-5 meses después de la maduración para germinar (Unterladstatter 1979, Etejere y Ajibola 1990). Los factores que controlan la latencia son los factores del medio y los fenoles hidrosolubles que inhiben la germinación (Mercado y Sierra 1975). En condiciones de clima cálido, las semillas pueden permanecer viables por más de 2.5 años (Etejere y Ajibola 1990) y a una profundidad de 45 cm del suelo (Bridgemohan *et al.* 1991).

Distribución/importancia. La caminadora normalmente se le encuentra en más de 30 países de clima cálido de América, África, Asia y Oceanía. La maleza suele aparecer en suelos de textura pesada, húmedos y permeables (Thomas 1970; Labrada 1990). Según los resultados de un Taller regional reciente organizado por la FAO sobre el manejo de la caminadora (Managua, Nicaragua, mayo 1992), se estimó que más de 3.5 millones de ha de cultivos están infestados por la caminadora en América Central y el Caribe.

Las plantas cultivables comúnmente más afectadas por la caminadora son la caña de azúcar, maíz, sorgo, arroz de secano, algodón, papa y hortalizas. La maleza compete por los nutrientes del suelo, el agua y la luz, además de servir de hospedera de varias plagas y enfermedades comunes en plantas cultivables gramíneas.

El promedio de las pérdidas que la caminadora ocasiona a la caña de azúcar es de 10-15 % en Cuba, mientras que la competencia durante todo el ciclo puede reducir a la mitad los rendimientos (La O *et al.* 1984). En Louisiana, un período igual de competencia de la caminadora redujo la producción de tallos aptos para moler de la caña de azúcar, la producción de caña y de azúcar en 34%, 42% y 43%, respectivamente (Lencse y Griffin 1991).

En Zimbabwe, cuando la caminadora está presente durante las primeras 12-16 semanas del ciclo del maíz, las pérdidas de rendimiento son de hasta 28-35 % (Thomas y Allison 1975).

En arroz de secano, la caminadora es una de las malezas más competitivas y sus semillas contaminan la cosecha obtenida, depreciando su valor y causando nuevas infestaciones (Vandevenne 1982).

En papa, una interferencia prolongada de la caminadora puede causar pérdidas de hasta 12 t/ha (Díaz y Paredes 1992).

Estrategias de manejo

Los métodos para la prevención de la diseminación de la caminadora a áreas aún no infestadas incluye la plantación de semillas certificadas de cultivo, el uso de máquinas e aperos de labranza libres de semillas de la maleza y el control total de los focos de la caminadora en las áreas aledañas no cultivadas y a lo largo de los canales de irrigación.

La labranza profunda durante el proceso de preparación del terreno debe evitarse, ya que las semillas enterradas permanecerán viables por varios años. La práctica de la labranza mínima es más conveniente para reducir el banco de semillas de la maleza en el suelo (Bridgemohan *et al.* 1991; Garro y García 1992).

En áreas infestadas debe evitarse el monocultivo de maíz. La rotación soya-maíz reduce considerablemente la infestación de la caminadora. La soya y la patata dulce han sido recomendados como cultivos precedentes efectivos en la rotación con papa y frijol para el control de la caminadora (Pérez *et al.* 1992).

Resultados prometedores se han obtenido recientemente con el uso de algunos patógenos específicos para el control de la caminadora. Algunos aislados de *Fusarium moniliforme* de plantas de la caminadora colectados en América Central han controlado efectivamente varios biotipos de la maleza en Bolivia, Zimbabwe, Tailandia y Honduras. Además, el carbón de la caminadora (*Sphacelotheca ophiwi*), patógeno obligado de la maleza, parece ser un agente biológico promisorio para el control de la misma (Ellison y Evans 1992).

El control químico de la caminadora no es una tarea fácil en plantas gramíneas cultivables. Muchos de los herbicidas aplicados en estos cultivos, tales como las clorotriazinas, acetanilidas, ciertas fenilureas como linuron, y EPTC más dichlormid no controlan la caminadora. En las áreas cultivables repetidamente tratadas con estos herbicidas la infestación de la caminadora comúnmente tiende a aumentar.

Fluometuron, herbicida en uso en campos de algodón y metobromuron, de mayor uso en leguminosas y papa, tampoco son efectivos para el manejo de la caminadora (Olifontoye y Adesyn 1989; Martin 1990).

Las dinitroanilinas aplicables al suelo, tales como trifluralin y pendimetalin, y las amidas, difenamida y napropamida eliminan con efectividad a la caminadora en varios cultivos anuales (Labrada 1990b) (Tabla 1). En cultivos de hoja ancha, se recomienda aplicar graminicidas aplicables al follaje, tales como fluazifop-butil, diclofop-metil, haloxyfop-metil y quizalofop-etil. Sin embargo, se debe observar que sethoxydim y clethodim, a dosis normales de uso, han resultado inefectivos en el control de la caminadora (Griffin 1991).

Oxadiazon combinado con propanil en tratamiento de post-emergencia temprana es recomendado para el control de la caminadora en campos de arroz (Salazar y Castillo 1986).

No todos los herbicidas mencionados son económicamente viables para el pequeño agricultor debido a que además del costo del herbicida, habrán otros gastos necesarios para la incorporación mecánica de algunos herbicidas al suelo.

Tabla 1. Herbicidas para el control de la caminadora

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Tratamiento	Cultivos
Trifluralin	1.0-1.5	PPI	Tomate, pimiento, berenjena y repollo de trasplante; frijol, soya, cacahuete, girasol, algodón, caña de azúcar.
Pendimetalin	0.8-1.0	Pre	maíz, caña de azúcar, arroz, algodón, frijol, soya, cacahuete, girasol.
Oxadiazon	0.75-1.0	Pre	papa, arroz (post-trasplante) y cebolla de bulbos, ajo.
Clomazone	0.75-1.1	Pre	soya, calabaza, patata dulce.
Difenamida	4.0-5.0	Pre	trasplante y siembra directa de tomate, almácigas y trasplante de pimiento y berenjena; patata dulce, papa, soya, algodón.
Napropamida	1.0-2.0	Pre	trasplante y siembra directa de tomates, almácigas y trasplante de pimiento y berenjena; cacahuete, pepino, melón de agua.
DCPA	7.5-9.0	Pre	cebolla, ajo, repollo, fresa, frijol, soya, cacahuete, viveros de cítricos.
Fluazifop	0.15-0.25	Post	Plantas cultivables dicotiledóneas
Haloxifop	0.20-0.38	Post	<i>Idem</i>
Quizalofop	0.10-0.15	Post	<i>Idem</i>

La determinación de los umbrales económicos puede ser de gran ayuda para decidir el uso de herbicidas costosos. En Cuba, este umbral es equivalente a 5 plantas de la caminadora/m² (6-8% de cobertura de la maleza) durante los primeros 30 días después de la siembra del maíz o la plantación de la papa (La O *et al.* 1992).

Aunque existen métodos químicos y culturales para el control de la caminadora, la maleza continua siendo un serio problema y los métodos para su manejo requieren ser mejorados.

REFERENCIAS

- Bridgemohan P., R.A.I. Brathwaite y C.R. McDavid 1991. Seed survival and patterns of seedling emergence studies of *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton in cultivated soils. *Weed Research* 31:265-272.
- Díaz J.C. y E. Paredes 1992. Informe de países, Cuba. *Memoria Taller Regional "Manejo de la Maleza Caminadora"* (Proyecto FAO TCP/RLA/0161), Nicaragua, May, pp 2-3.
- Ellison C.A. y H.C. Evans 1992. Posibilidades para el control biológico de la maleza Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) en América Latina y el Caribe. *Memoria Taller Regional "Manejo de la Maleza Caminadora"* (Proyecto FAO TCP/RLA/0161), Nicaragua, mayo, p 8.
- Etejere E.D. y I.O. Ajibola 1990. Studies on seed germination and dormancy of Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*). *Nigerian Journal of Weed Science* 3:19-28.
- Garro J.E. y B. García 1992. Efecto de la rotación de cultivos y control de malezas sobre el banco de semillas de *Rottboellia cochinchinensis*. *Memoria Taller Regional "Manejo de la Maleza Caminadora"* (Proyecto FAO TCP/RLA/0161), Nicaragua, mayo, p 9.
- Griffin J.L. 1991. Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) control options in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technology* 5:426-429.
- Labrada R. 1990a. Malezas de importancia en la agricultura cubana. *Proceeding X Congreso ALAM, La Habana*, vol I:1-13.
- Labrada R. 1990b. El manejo de malezas en áreas de hortalizas y frijol. *Proceeding X Congreso ALAM, La Habana*, vol. II:1-16.
- La O F., R. Morales y F. Hernández 1984. Umbral económico de daños de *Rottboellia exaltata* L.f. en caña de azúcar. *Proceeding XIV Congreso Asociación Técnicos Azucareros de Cuba ATAC*, División Biología, La Habana, pp 134-137.
- La O F., E. Pérez y E. Paredes 1992. Umbrales de daño y económico de *Rottboellia cochinchinensis* en papa y maíz. *Memoria Taller Regional "Manejo de la Maleza Caminadora"* (Proyecto FAO TCP/RLA/0161), Nicaragua, May, pp 11-12.
- Lencse R.J. y J.L. Griffin 1991. Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) interference in sugarcane (*Saccharum spp*). *Weed Technology* 5:396-399.
- Martin J. 1990. L'experimentation de produits herbicides au Nord Cameroun: résultats recents et perspectives de développement. *Coton et Fibres Tropicales* 45:309-321.
- Mercado B.L. y J. Sierra 1975. Biology of *Rottboellia exaltata* L.f. *Seminar NRCP*, Philippines.
- Olifintoye J.A. y A.A. Adesun 1989. Weed control in cowpea (*Vigna unguiculata*) with sethoxydim and Galax. *Nigerian Journal of Weed Science* 2:29-34.
- Pérez E., E. Paredes y F. La O 1992. Rotaciones de cultivos en lucha contra *Rottboellia cochinchinensis*. *Memoria Taller Regional "Manejo de la Maleza Caminadora"* (Proyecto FAO TCP/RLA/0161), Nicaragua, May, p 10.
- Salazar P.L.C. y G.J. Castillo 1986. Efectividad de propanil-pendimetalin para el control de *Rottboellia exaltata* en arroz de secano. *Memorias VIII Congreso ALAM, Guadalajara*, p 110.
- Thomas P.E.L. 1970. A study of the biology of *Rottboellia exaltata* L.f. *Proceedings, 10th British Weed Control Conference, Brighton*, pp 669-676.

- Thomas P.E.L. y J.G.S. Allison 1975. Competition between maize and *Rottboellia exaltata* L.f. *Journal of Agricultural Science* **84**:305-312.
- Unterladstatter R.A. 1979. *Research on biology and control of Rottboellia exaltata* L.f. Ph.D Thesis, Phytomedicine Institute, University of Hohenheim, Alemania.
- Vandevenne R. 1982. Production et recolte des semences de riz (cas de la Cote d'Ivoire). *FAO Plant Production and Protection Paper* **39**:183-201.



Foto 2c. *Pennisetum clandestinum*



Foto 2d. *Rottboellia cochinchinensis*

SORGHUM HALEPENSE (L.) Pers.

R. Labrada

Caracterización

Sorghum halepense, conocido en español como Sorgo de Aleppo, zacate o pasto Johnson y Don Carlos, es una gramínea perenne con tallos erectos de hasta 2-2.5 m de altura (Foto 3a.). Su inflorescencia más bien púrpura, es una panícula abierta con espiguillas disimiles de 4-7 mm de longitud.

Las plantas desarrollan largos rizomas dotados de yemas prontas a germinar (McWhorter 1972; Lolas y Coble 1980). El crecimiento del rizoma del sorgo de Aleppo es más abundante que el de sus tallos (Oyer *et al.* 1959; La O *et al.* 1994) y en algunos casos la masa fresca de los rizomas alcanza hasta un 90% del total de la masa de la planta completa desarrollada (Horowitz 1972b). La dominancia apical se rompe con la fragmentación del rizoma, lo cual estimula consistentemente la germinación de las yemas laterales (Hull 1968) y cada una de ellas produce un tallo (Oyer *et al.* 1959).

Los rizomas están distribuidos principalmente en los primeros 20 cm del perfil del suelo. La mayoría ubicada en los primeros 15 cm, pero hasta un 10% se le encuentra por debajo de los primeros 30 cm (Horowitz 1972b; McWhorter 1973, 1989). La emisión de los rizomas usualmente tiene lugar un mes o 45 días después de la emergencia de la maleza, que coincide con el macollamiento o la fase de 6-7 hojas de su ciclo de crecimiento (Oyer *et al.* 1959; Anderson *et al.* 1960; Horowitz 1972a; La O *et al.* 1994). Este proceso es comúnmente rápido si las plantas se desarrollan a partir de largos rizomas.

La producción de semillas es variable y depende de algunos factores del ambiente. Una alta producción de semillas se suele encontrar en plantas con una alta emisión de hijos. La producción de semillas puede variar de 540 a 1440 kg/ha (McWhorter 1973, 1989), pero no todas son capaces de germinar inmediatamente después de la maduración. La temperatura óptima del aire para la germinación de las semillas está en el rango de 25-30°C (Horowitz 1972a). Las semillas pueden permanecer viables en el suelo por períodos de hasta 6 años (Leguizamón 1986). En Mississippi (EE.UU.), la germinación del sorgo de Aleppo decrece a un 62% si las semillas son incorporadas al suelo durante 2.5 años y hasta un 37% si se incorpora por 5.5 años (Egley 1977; Egley y Chandler 1983).

La reproducción puede tener lugar a través de las semillas como de los rizomas. La maleza crece y se desarrolla intensivamente en medios cálidos, con temperaturas del aire sobre 15°C (Horowitz 1972a). Los rizomas del sorgo de Aleppo no toleran bajas temperaturas del suelo (Squassabia 1976). A -17°C suelen morir, pero a -9°C sobreviven de hallarse a una profundidad de 20 cm del suelo (Stoller 1977). Las yemas de los rizomas del sorgo de Aleppo requieren altas temperaturas para su germinación (Hull 1968), mientras que el crecimiento de los rizomas y raíces es más rápido cuando la temperatura del aire está por encima de 25°C (Oyer *et al.* 1959; Hull 1968; Burt y Wedderspoon 1971). El crecimiento vigoroso requiere alta intensidad de luz (McWhorter y Jordan 1976) y fotoperíodos de 12.5 horas son óptimos para el crecimiento y desarrollo del sorgo de Aleppo (Sakri y Hull 1968). Un modelo simple exponencial ha sido



Foto 3a. *Sorghum halepense*

diseñado para predecir el número de los rizomas activos según la acumulación de unidades térmicas superiores a 15°C (Satorre *et al.* 1985). Esta maleza perenne tiende a ser más productiva durante el período lluvioso en áreas tropicales (La O *et al.* 1994).

Distribución/Importancia. El sorgo de Aleppo es una de las malezas más importantes en 30 diferentes cultivos en 53 países (Holm *et al.* 1977). En áreas infestadas, el sorgo de Aleppo compete severamente con cultivos, tales como maíz, sorgo, caña de azúcar, soya, cacahuete, algodón, hortalizas, frutales, tabaco, granos, pastos y alfalfa (Lange *et al.* 1969; McWhorter 1971; Monaghan 1978; Millhollon 1978; Bendixen 1988).

La competencia del sorgo de Aleppo durante el período inicial de la emergencia de los cultivos o después de la plantación comúnmente causa pérdidas considerables de los rendimientos. Un tallo del sorgo de Aleppo por m de hilera cultivable reduce el rendimiento del sorgo granífero en 45 kg/ha (Wiese *et al.* 1981). En Tennessee (EE.UU.), el período crítico del sorgo de Aleppo para obtener rendimientos óptimos de maíz fue de 2 a 4 semanas después de la siembra (Perry *et al.* 1983). En caña de azúcar, las pérdidas debidas a la competencia del sorgo de Aleppo pueden ser mayores a un 25% (La O *et al.* 1986; Millhollon 1970). En soya, las pérdidas de producción pueden ser entre 23 y 42% (McWhorter y Hartwig 1972).

El sorgo de Aleppo causa severas pérdidas del rendimiento debido a la competencia y a su alto potencial alelopático mediante la exudación o liberación de sustancias tóxicas de sus raíces y hojas (Horowitz y Friedman 1971; Díaz y Kogan 1985; Labrada *et al.* 1986). La maleza también hospeda varias plagas y enfermedades dañinas, en particular, a plantas cultivables gramíneas.

Estrategias de manejo

Prevención. La prevención de la dispersión de las semillas y la producción de rizomas es una medida importante para evitar altas infestaciones del sorgo de Aleppo en áreas cultivables. Las semillas normalmente se dispersan con el viento, el agua, los animales y las semillas de cultivo contaminadas, por lo que el corte de las plantas al inicio de la floración en los márgenes de los campos, canales y áreas de cultivo, así como evitando el pastoreo animal en las áreas infestadas ayudan a prevenir reinfestaciones del sorgo de Aleppo.

Control mecánico. Este tipo de control del sorgo de Aleppo lleva por objetivo prevenir la producción de nuevos rizomas y debe realizarse durante el primer mes después de la emergencia de la planta. McWhorter (1989) considera que la operación de cultivo es más efectiva cuando la gramínea posee alrededor de 36 cm de altura, lo que ayuda a prevenir la formación de rizomas o semillas. En campos laborables, la infestación del sorgo de Aleppo puede reducirse extrayendo los rizomas a la superficie del suelo para facilitar su desecación ulterior por los rayos solares, lo cual es factible de realizar con un cultivador dentado durante el proceso de la preparación del terreno (Crovetto y Rojo 1957; Grupce 1975; Labrada *et al.* 1982). La desecación de los rizomas puede ser acelerada si éstos se fraccionan en trozos de menos de 5 cm de longitud. Los rizomas secos hasta un 20% de su peso original pierden completamente su habilidad regenerativa (Anderson *et al.* 1960). En huertos de árboles frutales el corte regular de los tallos, cuando se hallan a una

altura de 20-25 cm, tiende a consumir las reservas de nutrientes de los rizomas y limita ulteriormente la producción de los propágulos.

Competencia de cultivos. En cultivos anuales, tales como papa y hortalizas, el uso de la patata dulce como cultivo precedente en la rotación se considera efectivo, ya que esta planta cultivable tiende a inhibir al sorgo de Aleppo y a otras especies gramíneas (Pérez *et al.* 1989).

El pastoreo por un período de varias temporadas es considerado un método efectivo para reducir la infestación del sorgo de Aleppo (Hauser y Arle 1958; McWhorter 1981). Miller *et al.* (1962) también indicaron que los gansos dan un excelente control del sorgo de Aleppo y de otras gramíneas en algodón, pero aquí se requiere un alto nivel de manejo.

Herbicidas. El sorgo de Aleppo no es fácilmente controlado por los herbicidas, pero algunos compuestos sistémicos, aplicados foliarmente pueden ser efectivos (Tabla 1). Glifosato es útil en tratamiento de pre-plantación, aplicado sobre el follaje bien desarrollado de la maleza, a las 2-3 semanas antes de la plantación o la siembra. También puede ser utilizado en huertos de árboles frutales. La aplicación de post-emergencia de fluazifop-butil, haloxyfop-metil, fenoxaprop-etil, quizalofop-etil o sethoxydim es selectiva en cultivos de hoja ancha y proporciona un buen efecto sobre las plántulas de la maleza, además de eliminar las plantas establecidas de la especie. Una aplicación sencilla de estos herbicidas no es usualmente suficiente para reducir altas infestaciones del sorgo de Aleppo a un nivel por debajo del umbral económico en los cultivos afectados.

En caña de azúcar, tratamientos post-emergentes a base de asulam, dalapon o MSMA se informan como selectivos al cultivo (Millhollon y Fanguy 1989). Estos compuestos son aplicados normalmente cuando la maleza posee una altura de 20-25 cm. Dalapon es menos selectivo a la caña de azúcar que asulam o MSMA, por lo que su aplicación debe ser dirigida sobre la maleza, evitando el contacto de la solución herbicida con el follaje de la caña.

MSMA es altamente selectivo para el control del sorgo de Aleppo en algodón, aplicado en tratamiento dirigido de post-emergencia (McWhorter 1989).

Trifluralin, aplicado en pre-plantación con incorporación mecánica al suelo, es efectivo en la reducción de la población de sorgo de Aleppo proveniente de rizomas. Este tratamiento es más efectivo contra plantas provenientes de rizomas cortos (menos de 10 cm) (McWhorter 1974). Su efectividad se incrementa con una segunda aplicación al año siguiente de iniciado el programa de control del sorgo de Aleppo (McWhorter 1989). Este tratamiento es selectivo en caña de azúcar, frijol, soya, cacahuete y algodón (McWhorter 1974; McWhorter 1977; Millhollon 1978; Kleifeld *et al.* 1986; Labrada *et al.* 1987). Sin embargo, el tratamiento puede no ser selectivo en todas las variedades de caña de azúcar (La O *et al.* 1985). Otro herbicida del grupo de las dinitroanilinas, efectivo para el control del plántulas de sorgo de Aleppo es pendimetalin.

La aplicación de pre-siembra con incorporación mecánica al suelo de EPTC + dichlormid es también efectiva para el control del sorgo de Aleppo en maíz (de Falcón *et al.* 1985).

Tabla 1. Herbicidas para el control del sorgo de Aleppo

Herbicida	Dosis kg a.i./ha	Tratamiento	Cultivo
Trifluralin	1.5-2.0	PPI	algodón, soya, frijol, leguminosas, hortalizas
Pendimetalin	0.65-1.0	Pre	<i>Idem</i> + maíz
EPTC+dichlormid	4.8-6.4	PPI	maíz
Glifosato	1.4-1.8	Post	árboles frutales
Fluazifop-butil	0.25-0.38	Post	cultivos de hoja ancha
Haloxypop-metil	0.25-0.38	Post	<i>Idem</i>
Fenoxaprop-etil	0.18-0.24	Post	<i>Idem</i>
Quizalofop-etil	0.10-0.15	Post	<i>Idem</i>
Asulam	3.6-4.8	Post	caña de azúcar, cítricos, frutales
Dalapon	8.5-13.0	Post (DS)	caña de azúcar, algodón, banano, plátano, café
MSMA	2.2	Post (DS)	caña de azúcar, algodón

Es importante subrayar que las medidas de control químico aplicadas por separado no son usualmente efectivas para realizar un control completo del sorgo de Aleppo. Además, los tratamientos químicos no son siempre económicamente factibles para el pequeño agricultor. Es por eso que lo más aconsejable para el control del sorgo de Aleppo sea desarrollar medidas compatiblemente integradas, tales como la preparación correcta del terreno, la rotación de cultivos y la aplicación racional de tratamientos químicos.

REFERENCIAS

Anderson L.E., A.P. Appleby y J.W. Weseloh 1960. Characteristics of Johnsongrass rhizomes. *Weeds* 8:402-406.

- Bendixen L.E. 1988. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) management systems. *Weed Technology* 2:64-67.
- Burt G.W. y I.M. Wedderspoon 1971. Growth of Johnsongrass selections under different temperatures and dark period. *Weed Science* 19:419-423.
- Crovetto R.M. y N.A. Rojo 1957. Plantas invasoras del cultivo del tabaco en el Noreste argentino. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 11:99-144.
- Diaz M.V. y A.M. Kogan 1985. Efecto alelopático de malezas y praderas perennes sobre el crecimiento de plántulas de ciruelo, manzano y vid. *Simiente* 55:33.
- Egley G.H. 1977. Ethylene effects on weed seed survival in soil. *Proceeding South Weed Science Society* 30:375.
- Egley G.H. y J.M. Chandler 1983. Germination and viability of weed seeds after 2.5 years in a 50-year buried seed study. *Weed Science* 26:230-239.
- Falcón L.M.F. de, P. Velazquez y A.A. Conde 1983. Control de Sorgo de Aleppo en el cultivo del maíz con EPTC+dicloroacetamida. *Malezas* 11:51-61.
- Grupe R. 1975. The susceptibility of *Sorghum halepense* (L.) Pers. rhizomes to dehydration. *Jugoslovenko Savetovanje o borbi protiv korova*, II vol.
- Hauser E.W. y F.H. Arle 1958. Johnsongrass as a weed. *U.S. Department of Agriculture Farmers' Bulletin* 1537, 14 pp.
- Horowitz M. 1972a. Early development of Johnsongrass. *Weed Science* 20:271-273.
- Horowitz M. 1972b. Seasonal development of established Johnsongrass. *Weed Science* 20:392-395.
- Horowitz M. y Theresa Friedman 1971. Biological activity of subterranean residues of *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Sorghum halepense* (L.) Pers. and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research* 41:88-93.
- Hull R.J. 1968. Johnsongrass life cycle implications for improving cultural practices. *Field Crop Abstracts* 27:726.
- Kleifeld Y., T. Blumenfeld y A. Bargutti 1986. Control of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in cotton fields. *Phytoparasitica* 14:55-61.
- Labrada R., F. La O y R. García 1982. Desección de rizomas de *Sorghum halepense* (L.) Pers. en la superficie del suelo. *Resúmenes I Jornada Científico-Técnica de Sanidad vegetal de la Provincia de Santiago de Cuba*, 24-26 septiembre. p 42.
- Labrada R., Caridad Font, R. Pazos y J. Hernández 1986. Alelopatía de malezas perennes sobre distintas plantas cultivables. II Efecto de la incorporación de partes vegetales de las malezas al suelo. *Resúmenes VIII Congreso ALAM*, Guadalajara. p 37.
- Labrada R., E. Paredes y R. Morales 1987. Lucha contra *Sorghum halepense* (L.) Pers. con herbicidas de incorporación al suelo en frijol y soya. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas* 10:29-39.
- Lange A.H., B. Fischer, D. Hamilton y H. Agamalian 1969. El control de la maleza en viñedos presenta un problema muy grande. *La Hacienda* 64:79.
- La O F., R. Labrada y L. Zuaznabar 1985. Evaluación de la fitotoxicidad de trifluralin en variedades comerciales de caña de azúcar para el combate de *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Resúmenes II Jornada Científico-Técnica Sanidad Vegetal de la Provincia Las Tunas*, Cuba. p 1.
- La O F., R. Labrada y F. Hernández 1986. Umbral de daños de *Sorghum halepense* (L.) Pers. en caña de azúcar. *Resúmenes VIII Congreso ALAM*, Guadalajara, Nov. 5-9, p 178.
- La O F., R. Labrada, F. Hernández y L. Plana 1994. Aspectos biológicos de *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Boletín Fitosanitario FAO* 42 (4) (en imprenta).

- Leguizamón E.S. 1986. Seed survival and patterns of seedling emergence in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research* 26:397-403.
- Lolas P.C. y H.D. Coble 1980. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) growth characteristics as related to rhizome length. *Weed Research* 20:205-210.
- McWhorter C.G. 1971. Introduction and spread of Johnsongrass in the United States. *Weed Science* 19:496-500.
- McWhorter C.G. 1972. Factors affecting Johnsongrass rhizome production and germination. *Weed Science* 20:41-45.
- McWhorter C.G. 1973. Johnsongrass, its history and control. *Weeds Today* 3:12-13.
- McWhorter C.G. 1974. Johnsongrass control in soybeans with trifluralin and nitralin. *Weed Science* 22:111.
- McWhorter C.G. 1977. Johnsongrass control in soybeans with soil-incorporated dinitroaniline herbicides. *Weed Science* 25:264-267.
- McWhorter C.G. 1981. Johnsongrass as a weed. *U.S. Department of Agriculture Farmers' Bulletin* 1537. 19 pp.
- McWhorter C.G. 1989. History, biology, and control of Johnsongrass. *Reviews in Weed Science* 4:85-121.
- McWhorter C.G. y E.E. Hartwig 1972. Competition of Johnsongrass and Cocklebur with six soybean varieties. *Weed Science* 20:56-59.
- McWhorter C.G. y T.N. Jordan 1974. The effect of light and temperature on the growth and development of Johnsongrass. *Weed Science* 24:88-91.
- Millhollon R.W. 1978. Toxicity of soil incorporated trifluralin to Johnsongrass (*Sorghum halepense*) rhizomes. *Weed Science* 26:171-174.
- Millhollon R.W. y H.P. Fanguy 1989. Growth response of six sugar cane cultivars to the herbicides asulam, dalapon and MSMA. *Journal American Society of Sugar cane Technologists* 9:91-96.
- Monaghan N. 1978. Problems caused by *Sorghum halepense* in Australia. *PANS* 24:172-176.
- Oyer E.B., G.A. Gries y B.J. Rogers 1959. The seasonal development of Johnsongrass plants. *Weeds* 7:13-19.
- Pérez E., E. Paredes, F. La O, A. Suey, G. Dirksmeier, M. Pedraja y J.L. Reyes 1989. Definición preliminar del efecto de diferentes combinaciones de policultivos, alternancia y uso de herbicidas para un período de tres años. Informe Investigación 519-19-03 (inédito), chrono *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*, La Habana, 49 pp.
- Sakri F.A. y R.J. Hull 1968. Environmental control of rhizome initiation in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Plant Physiology* 43 (suppl. 5).
- Satorre E.H., C.M. Ghersa y A.M. Patano 1985. Prediction of *Sorghum halepense* (L.) Pers. rhizome sprout emergence in relation to air temperature. *Weed Research* 25:103-109.
- Squassabia E. 1976. la bonifica del sorgo di Aleppo. *Lotta Antiparassitaria* 28:12-14.
- Stoller E.W. 1977. Differential cold tolerance of Quackgrass and Johnsongrass rhizomes. *Weed Science* 25:348-351.
- Wiese A.F., F.C. Petr, E.W. Chenault y D.E. Lavoque 1981. Effect of Shattercane, Barnyardgrass, Crabgrass and Johnsongrass on sorghum yield. *Proceedings, Southern Weed Science Society* 34:46.

CAPITULO 5

MALEZAS DE HOJA ANCHA

CHROMOLAENA ODORATA (L.) R.M. KING Y ROBINSON

R. Muniappan

Caracterización

Chromolaena odorata (sinónimo de *Eupatorium odoratum* L.) es un arbusto perenne abierto que crece hasta una altura de 5 m cuando cuenta con un soporte (ver Foto 3b). Crece en muchos tipos de suelos, pero prefiere los bien drenados. No tolera la sombra y prospera bien en áreas abiertas. Las plantas se secan después de florecer, en diciembre-enero, en el hemisferio norte, coincidiendo con el período seco, y se convierten en un peligro de incendio. Los tallos secos y acorchados se queman fácilmente, pero las cepas permanecen vivas. Cuando la mayor parte de la vegetación en un área es destruida por el fuego, las cepas de *C. odorata* brotan inmediatamente después de la primera lluvia y se convierten en la vegetación predominante en el área. *C. odorata* se desarrolla por estaciones y produce miles de semillas por planta desde enero hasta marzo en el hemisferio norte. Las semillas son dispersadas por el viento. Las ramas de las plantas se abren y a menudo plantas individuales ocupan áreas de hasta 5 m de diámetro.

Distribución/importancia. *C. odorata* es originaria de América Central y del Sur tropical. Fue introducida en Asia a mediados de los 1800, en África en 1937 y en la Micronesia en los años 1960.

Es altamente alelopática (Ambika y Jayachandra 1980) y suprime la vegetación vecina mediante la liberación de productos químicos tóxicos.

C. odorata es un problema en áreas de pastos, bosques alterados, márgenes de carreteras y ríos, áreas abandonadas, cercas, bosques de reserva, plantaciones de café, té, caucho, cacao, palma de aceite, cocotero, y campos de arroz, algodón, caña de azúcar y tabaco.

C. odorata es hospedera de plagas tales como *Aphis spiraecola* Patch., *Brachycaudus helichrysi* (Klth.) y *Aphis fabae* Scopoli (Joy et al. 1979). Sirve como fuente no nutritiva a la seria plaga *Zonocerus* sp., en África Occidental, mediante el suministro de alcaloides de pirrolizidina y puede estimular un eventual crecimiento de la población (Boppre 1991). Cruttwell McFadyen (1988) ha listado los insectos fitófagos encontrados sobre *C. odorata*.

Estrategias de manejo

El corte manual, el uso de cortadores de arbustos o aperos de labranza tirados por tractor son métodos de control comunmente usados. El corte produce una rápida regeneración, a menos que sea seguida de otros métodos para suprimir esta maleza durante un período prolongado. El desyerbe manual requiere mucha mano de obra. El uso de equipos de tracción animal está limitado a las áreas que sean accesibles.

Se ha recomendado el uso de cultivos de cobertura, tales como *Centrosema pubescens* Benth., *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth., *Calopogonium mucunoides* Desv.,

Desmodium ovalifolium Guill. & Perr. y *Tephrosia purpurea* (L.) para prevenir o reducir la incidencia de *C. odorata* en cultivos de plantación. Se ha informado el uso de la gramínea de pasto *Brachiaria decumbens* Stapf, en el sur de China, para reducir la infestación de los pastos por *C. odorata*.

El control químico mediante el uso de herbicidas en estadio de plántulas o al inicio de la emergencia de los retoños ha mostrado resultados prometedores. Triclopyr ha mostrado ser el herbicida más efectivo. Sin embargo, los problemas que conlleva el uso de herbicidas incluyen: (a) el alto costo de los productos químicos y de su aplicación, (b) problemas ecológicos e, (c) incompatibilidad en muchas situaciones de cultivo y del ambiente.

El control biológico es un método prometedor que ha sido impulsado vigorosamente por varias organizaciones en el mundo para enfrentar esta maleza. El enemigo natural de la planta (*Pareuchaetes pseudoinsulata* Rego Barros) (Lepidoptera: Arctiidae), introducida y establecida en Guam, Rota, Tinian, Saipan y Pohnpei, ha mostrado resultados prometedores en la supresión de esta maleza. Este insecto es criado actualmente en Yap, Bealeau, Kosrae, Indonesia, Sudáfrica, Ghana y Costa de Marfil para su establecimiento en los campos. Otros enemigos naturales que actualmente están siendo investigados son *Mescinia parvula* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *Pareuchaetes aurata* y *P. insulata* (Walker) (Lepidoptera: Arctiidae), *Actinote anteas* Doubleday (Lepidoptera: Acraeidae), *Rhodobaenus cariniventris* Champ. (Coleoptera: Curculionidae) y los patógenos fungos *Septoria ekmaniana* Petrack & Cif. (Deuteromycotina: Coelomycetes) y *Cionothrix praelonga* Wint. (Arthur) (Basidiomycotina: Uredinales) (Kluge y Caldwell 1991; Ooi *et al.* 1991).

REFERENCIAS

- Ambika S.R. y Jayachandra 1980. Suppression of plantation crops by *Eupatorium* weed. *Current Science* 49:874-875.
- Boppre M. 1991. A non-nutritional relationship of *Zonocerus* (Orthoptera) to *Chromolaena* (Asteraceae) and general implications for weed management. En: R. Muniappan and P. Ferrar (eds). *Ecology and Management of Chromolaena odorata*, Bogor, Indonesia pp 143-147.
- Crutwell McFadyan R.E. 1988. Phytophagous insects recorded from *C. odorata*. *Chromolaena odorata Newsletter* 2:5-23.
- Joy P.J., K.R. Lyla y C.C. Abraham 1979. Preliminary studies on the aphid pests of *Eupatorium odoratum* Linn. an important weed in plantations of Kerala. *Proceedings of the Second Annual Symposium on Plantation Crops*. 18:272-274.
- Kluge R.L. y P.M. Caldwell 1991. *Chromolaena odorata* in South Africa. *Chromolaena odorata Newsletter* 4:7.
- Ooi P.A.C., A.N.G. Holden y P.S. Baker 1991. Arthropods and pathogens for biological control of *Chromolaena odorata*. En: R. Muniappan and P. Ferrar (eds), *Ecology and Management of Chromolaena odorata*, Bogor, Indonesia, pp 118-123.

CONVOLVULUS ARVENSIS L.

P. G. Americanos

Caracterización

Convolvulus arvensis, es una maleza perenne persistente, que se propaga radialmente, produciendo hasta 25 o más tallos en una temporada, muchos de los cuales pueden alcanzar hasta 3 m de longitud, formando un manto denso sobre el suelo. El sistema radical es profundo (ver Foto 3c), extenso y puede profundizar hasta 3 m o más, mientras que las raíces laterales rastreras pueden alcanzar longitudes de hasta 2 m. La planta también forma rizomas subterráneos, que varían en longitud desde pocos centímetros hasta más de un metro.

Las raíces de *C. arvensis* tienen una alta capacidad regenerativa, sobre todo aquellas dispuestas más profundas, debido a las reservas alimenticias almacenadas en ellas. Es por ésto que aún después de una labranza profunda reaparecen plantas de la maleza sobre la superficie del suelo.

La planta también produce semillas viables, que son una fuente importante de infestación, pero no la única. Las semillas se convierten en viables de 10 a 15 días después de la polinización y pueden permanecer como tal en el suelo durante veinte años o más (Timmons 1949). Ellas pueden germinar en un rango amplio de temperaturas, desde casi la congelación hasta 40 °C. Las plántulas emergen en aproximadamente 10 días y, bajo condiciones favorables, pueden crecer muy rápido, trepandose alrededor de plantas u otro soporte, de manera contraria a las manecillas del reloj. Las raíces de las plántulas segadas tienen buen poder regenerativo. Así, las plántulas segadas 18 días después de la emergencia (DDE) mostraron un 50% de regeneración, mientras que las segadas 34 DDE regeneraron el 100% (Swan 1989).

Los fragmentos de raíces y rizomas también son medios importantes de propagación de la maleza, por lo que las labores de cultivo o labranza que fraccionan y distribuyen estas partes subterráneas, pueden en realidad ayudar a elevar las infestaciones.

Distribución/importancia. *C. arvensis* se presenta en todos los continentes, por lo que tiene una distribución mundial. Según Holm *et al.* (1979) ésta es una maleza importante y problemática en muchos países desde partes septentrionales como Inglaterra hasta meridionales como Nueva Zelanda., incluyendo países con climas templados y tropicales. La planta aparece en suelos húmedos y fértiles, pero puede sobrevivir veranos calurosos y secos sobre terrenos en barbecho. También tolera las heladas, pero no la sombra densa. *C. arvensis* se puede encontrar en campos de diversos cultivos, que incluye las hortalizas, los cereales, viñedos, plantaciones de olivos, los cítricos y puede infestar prácticamente cualquier cultivo.

Su capacidad de crecer rápidamente y su tolerancia a la mayoría de los herbicidas pre-emergentes le permite competir con efectividad con los cultivos, a pesar de su hábito de crecimiento postrado. Aún cultivos con un follaje denso, como la papa, no pueden inhibir con eficacia al *C. arvensis*, ya que cuando el cultivo ha formado su follaje, la maleza lo ha ya enrollado.

La presencia de *C. arvensis* causa considerables pérdidas a los cultivos. Una infestación fuerte puede reducir a la mitad los rendimientos en viñedos (Juliard 1971). Los cultivos de campo y las hortalizas sufren la presencia de esta maleza, que está entre las más peligrosas competidoras del trigo de invierno, la cebada de primavera, la remolacha azucarera y la colza de invierno (Malicki y Berbeciowa 1986). *C. arvensis* reduce los rendimientos hasta un 50% del tomate para propósito de conserva (Lanini and Miyao 1987).

Además de sus efectos directos de competencia sobre los cultivos, *C. arvensis* es una especie potencialmente peligrosa en áreas donde se presenta *Cuscuta campestris* Yunker, ya que es una hospedera favorita de la maleza parásita indicada. Un aspecto útil de *C. arvensis* es que resulta ser el alimento preferido de conejos de cría doméstica.

Estrategias de manejo

C. arvensis es muy difícil de controlar, debido a las reservas considerables de su extenso sistema radical y el poder de regeneración a partir de fragmentos de raíces y rizomas. Es más probable que tenga éxito un programa integrado de manejo de la maleza, que un programa basado en un solo método.

El control cultural comienza por el desarrollo de un cultivo vigoroso y bien manejado. Especies de cultivo competitivas, p.ej. alfalfa, también pueden contribuir a reducir las infestaciones de *C. arvensis*, la cual debe reducir la luz disponible a un 6% o menos de la radiación solar total durante 3 años para ser efectiva. El acolchado que opaque la luz de la superficie del suelo puede controlar *C. arvensis*, siempre que la maleza no pueda crecer a través del material de acolchado.

La solarización del suelo consiste en cubrir el suelo mojado con láminas de plástico transparente durante el verano por períodos de seis a ocho semanas. Este método sólo puede ser útil en áreas con veranos calurosos y en campos en barbecho. La solarización del suelo no es muy efectiva contra las plantas de *C. arvensis* establecidas, pero ha demostrado ser útil para eliminar semillas de la maleza (Elmore y Heefkeith 1983).

El control mecánico de *C. arvensis* puede tener éxito si se mantiene durante un número de años y si las labores son oportunas. Las labranzas habituales incluidas en la preparación del terreno antes de la siembra o plantación de un cultivo, o algunas labores de cultivo para la destrucción de malezas en viñedos y huertos de frutales, son inefectivas para controlar esta especie de maleza y, en realidad, pueden contribuir a su propagación. El control requiere de labranza o labores de cultivo frecuentes, que no deben ser demasiado profundas. Swan (1989) demostró que el mejor momento para cultivar era 12 días después de la emergencia, repetido a intervalos de alrededor de 18 días. En esta operación se debe tener cuidado de no dañar la planta cultivable. La profundidad óptima de la labranza es de 10 cm. Cortes más profundos alargan el intervalo entre labores, pero requieren de mayor potencia. La escarda manual frecuente y poco profunda puede ser tan efectiva como las labores de cultivo o las labranzas.

Los herbicidas pueden jugar un papel significativo en un plan de manejo. Aunque muchos herbicidas pueden controlar *C. arvensis* existen pocas alternativas de uso selectivo en los cultivos, especialmente en hortalizas. La eficacia está afectada por el

estado del tiempo, la humedad del suelo, así como el estadio de desarrollo de la maleza al momento de la aplicación. En la agricultura de bajos insumos, donde se debe lograr el máximo de beneficio del insumo invertido, estos factores adquieren mayor importancia.

En cultivos de cereales, incluyendo el arroz, se pueden aplicar herbicidas poco costosos, tales como 2,4-D y MCPA, así como dicamba, algo más costoso que los anteriores y repetir su uso inmediatamente después de la cosecha. Estos herbicidas se deben usar con precaución para evitar daños por arrastres o deriva en cultivos susceptibles adyacentes. Donde se use dicamba durante el período de barbecho de verano, no se debe aplicar muy próximo a la siembra de un cereal para evitar el riesgo de daño por acción residual. 2,4-D y MCPA se pueden aplicar con seguridad en huertos de cítricos, siempre que se garantice que la aspersión no moje el follaje de los árboles. En cultivos bajo irrigación, p.ej. papa, en los que la susceptibilidad a los herbicidas hormonales excluye su uso durante el ciclo de desarrollo del cultivo, se pueden hacer aplicaciones pocas semanas después de la cosecha, cuando el rebrote de *C. arvensis* esté avanzado, pero antes que el agotamiento de la humedad del suelo cree condiciones de stress que afecten negativamente la acción del herbicida. En tales situaciones varios otros herbicidas se pueden usar que, aunque más costosos, pueden producir un mejor efecto y más persistente sobre la maleza y no son tan dañinos sobre los cultivos adyacentes. Entre ellos el más usado es glifosato, a dosis de hasta 3.6 kg i.a./ha. Una adecuada humedad del suelo y condiciones de temperaturas frescas permiten usar dosis inferiores (Rashed-Mohassel 1982). En climas cálidos la adición de un coadyuvante adecuado, tal como el novedoso fosfolípido de la soja, a 0.5% v/v, permitió una reducción del 25% de la dosis de glifosato, sin pérdida de eficacia (Americanos y Vouzounis 1991). Este herbicida se puede usar en todos los cultivos arbóreos sin ramas bajas, así como en viñedos. Como no es selectivo, se debe aplicar con cuidado para evitar asperjar accidentalmente el follaje, especialmente en viñedos, que se pueden dañar severamente con este herbicida (Barralis *et al.* 1973, Americanos 1978). En huertos de frutales irrigados *C. arvensis* ha sido controlada con glifosato en dosis tan bajas como 1.6-2.0 kg e.a./ha (Americanos 1982). Al aplicar glifosato el volumen de aplicación o solución final no debe ser muy alto, de lo contrario se puede reducir la eficacia; 200-300 l/ha suele ser lo más adecuado.

Otro herbicida no selectivo que controla *C. arvensis*, a dosis de 5-10 kg i.a./ha, es aminotriazole, cuya acción es afectada por condiciones adversas de igual forma que es afectado glifosato. El uso de aminotriazole en viñedos y otros cultivos alimenticios ha sido prohibido en algunos países.

El control de *C. arvensis* con herbicidas pre-emergentes, a dosis toleradas por los cultivos, en pocos casos ha tenido éxito. En viñedos, aplicaciones anuales consecutivas de una mezcla de terbutylazina + terbumeton, cada uno a 3.75 - 5 kg i.a./ha, ha controlado completamente la maleza (Barralis 1973, Americanos 1978, Aguilhon *et al.* 1979). Sin embargo, por razones de seguridad para el cultivo, este tratamiento se debe aplicar fraccionado en dos aplicaciones, dos tercios de la dosis se aplican inicialmente y el restante cuatro a cinco meses después. La misma mezcla, así como terbumeton solo, a 7.5-10 kg i.a./ha han controlado *C. arvensis* igualmente en cítricos (Americanos 1975).

Existen varios ejemplos de control satisfactorio de *C. arvensis* con el uso de herbicidas residuales que poseen actividad foliar, los que se aplican en post-emergencia en cultivos

establecidos o en terrenos en barbecho. Estos se muestran en la Tabla 1.

Insectos depredadores y parasíticos se han ensayados en pequeña escala con algún éxito, pero el método aún no ha encontrado aplicación práctica.

Tabla 1. Herbicidas para el control o inhibición de *C. arvensis*

Herbicida	Momento	Cultivos
Acifluorfen-Na	Post	cacahuete, soya
Aminotriazole	Post	cultivos arbóreos, barbecho
Dicamba	Post	cereales, incluyendo arroz
Glifosato	Post	arbóreos, viñedos, barbecho
MCPA	Post	cereales, incluyendo arroz
Methazole	Post	cebolla, huertos deciduos, viñedos, cítricos, olivo
Oxadiazon	Post	acelga trasplantada, cebolla, arroz, huertos deciduos, viñedos, cítricos, olivo
Oxyfluorfen	Post	huertos de árboles deciduos, viñedos, cítricos, olivo
Terbumeton	Pre	cítricos
Terbutylazina + terbumeton	Pre	cítricos, viñedos
2,4-D	Post	cereales incluyendo arroz

REFERENCIAS

- Agulhon R., P. Dumartin, Y. Heinze, E. Meyer y J.P. Rozier 1979. Destruction de plantes vivaces. *10e Conference du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA)* pp 980-988.
- Americanos P.G. 1975. New Herbicides for Citrus Orchards. *Technical Paper 9*, Agricultural Research Institute, Chipre, 14 pp.
- Americanos P.G. 1978. Chemical Weed Control in Vineyards. *Technical Bulletin 25*, Agricultural Research Institute, Chipre, 19 pp.
- Americanos P.G. 1982. Chemical Control of Weeds in Deciduous Fruit Trees. *Technical Bulletin 44*, Agricultural Research Institute, Chipre, 9 pp.
- Americanos P.G. y N.A. Vouzounis 1991. The effect of the addition of an organic adjuvant on the efficiency of four systemic herbicides. *Miscellaneous Reports 44*, Agricultural Research Institute, Chipre, 6 pp.

- Barralis G., R. Chadoeuf, G. Riffiod, R. Gagnepain, J. Hamelin, R. Quiclet, R. Boidron, J.P. Coullalt, J.C. Michaut, R. Cuisset y P. Mondovits 1973. Essais de lutte contre le liseron dans les vignes de Bourgogne et Franche-Comte. *7e Conference du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA)* pp 777-786.
- Elmore C. y K.A. Heefketh 1983. Soil solarization: an integrated approach to weed control. *Proceedings, 35th Annual California Weed Conference* pp 143.
- Holm L., J.V. Pancho, J.P. Herberger y D.L. Plucknett 1979. *A Geographical Atlas of World Weeds*. John Wiley & Sons, Nueva York, 391 pp.
- Julliard B. 1971. Reflexions apres 15 ans de desherbase chimique et de non culture de la vigne. *6e Conference du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes. (COLUMA)* pp 746-754.
- Lanini W.T. y E.M. Miyao 1987. Response of processing tomatoes to different durations of field bindweed competition. *Proceedings of the Western Society of Weed Science* 40:148.
- Malicki L. y C. Berbeciowa 1986. Uptake of more important mineral components by common field weeds on loess soils. *Acta Agrobotanica* 39:129-141.
- Rashed-Mohassel M.H. 1982. Chemical control, physiology, anatomy and glyphosate absorption-translocation in field bindweed under stress. *Dissertation Abstracts International, B* 42:3041.
- Schweitzer K., B. Mullin, D. Wichman y J. Nelson 1988. Survey of weeds in conservation and conventionally tilled grain fields in Montana. *Proceedings of the Western Society of Weed Science* 41:133-143.
- Swan G.D. 1989. Field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.). *Extension Bulletin* 1540, Washington State University, 8 pp.
- Timmons F.L. 1949. Duration of viability of bindweed seed under field conditions and experimental results in the control of bindweed seedlings. *Agronomy Journal* 43:130-133.

EUPHORBIA HETEROPHYLLA L.

J. D. Doll

Caracterización

Euphorbia heterophylla, "lecherito, leche-leche, hierba lechosa", es una planta anual con un latex lechoso en todas sus partes. Crece de 30 a 100 cm de altura y presenta tallos huecos, sencillos o ramificados, con nervaduras angulares. Las hojas tienen formas variables (como lo sugiere el nombre de la especie), tanto dentro como entre las poblaciones (ver Foto 3d). Las hojas inferiores son alternas y las superiores son opuestas y a menudo presentan una base blanquecina o rojo-brillante. Los frutos tienen tres lóbulos y cuando están maduros explotan, dispersando las semillas a 1 m o más desde la planta progenitora.

En áreas tropicales las semillas recién cosechadas no presentan latencia, pero en regiones templadas cálidas sí (Wilson 1981). Esto es una aparente adaptación a esos ambientes, ya que las plantas que empiezan a crecer al final del año en las áreas subtropicales serían destruidas por las temperaturas invernales. Las semillas germinan durante un período prolongado en el campo y las plantas crecen muy rápido y, por lo tanto, son muy competitivas con los cultivos. Pueden cubrir completamente un cultivo de soja o soja dentro de 2 a 3 semanas de la emergencia.

Las plantas pueden florecer ya a 30 días de la emergencia. La polinización se realiza mediante insectos que son atraídos a las flores por las grandes cantidades de nectar producido por glándulas que se encuentran en las mismas (Heywood 1978). Después de 20 a 25 días se forman semillas maduras. Las plantas individuales pueden tener 100 semillas en un momento dado (Rodríguez y Cepero 1984) y pueden producir más de 4500 semillas durante el ciclo de vida (Celis 1984). Las semillas germinan fácilmente bajo temperaturas alternantes de 25 a 35°C. La emergencia es mayor cuando las semillas están de 0 a 8 cm de profundidad (40 a 47%) disminuye a 22% a 10 cm, 12% a 12 cm y cero a 14 cm (Cerqueira y Voll 1980). Esta capacidad de emerger desde tales profundidades aumenta la habilidad competitiva y hace más difícil el control de *E. heterophylla*.

Distribución/importancia. *E. heterophylla* es originaria de América tropical, pero actualmente se encuentra distribuida en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo. Se pueden encontrar plantas desde el nivel del mar hasta cerca de 1400 m de altitud, pero sólo es una maleza problemática en climas cálidos. Se encuentra en diversos cultivos, en hortalizas, pastos y en terrenos no cultivados, y es particularmente problemática en soja, caupí, maíz y caña de azúcar. Está considerada una maleza principal o problemática en 10 países y como una maleza común en 37 (Holm *et al.* 1979). Wilson (1981) comunica que se presenta como una maleza de caupí en Nigeria; de yuca (mandioca) en Ghana; de cítricos, aguacate y mangos en la Florida (EE.UU.); de soja en Nigeria, Brasil y EE.UU.; de cacao, té y arroz de secano en Sumatra; y de algodón en Israel. Esto ilustra su capacidad de crecer y competir en muchos ambientes y sistemas de cultivo.

E. heterophylla infesta más del 25% de los campos de soya de Brasil. Densidades de 75 plantas/m² redujeron el rendimiento en sólo 12% (Hoffmann *et al.* 1979). Las pérdidas de rendimiento fueron mucho mayores en EE.UU., donde 8 plantas/m² compitiendo durante 8 semanas, 12 semanas y el ciclo completo redujeron los rendimientos en 19, 21 y 33%, respectivamente. Cincuenta plantas/m² a menudo condujeron al fracaso del cultivo (Nestor *et al.* 1979). Seis semanas sin competencia de *E. heterophylla* generalmente es adecuado para alcanzar máximos rendimientos de soya (Langston y Harger 1983). Sin embargo, el pegajoso látex en la savia de plantas emergidas tardíamente o de poblaciones no competitivas de la maleza contamina el grano con tierra y paja en la cosecha y eleva su contenido de humedad.

Los rendimientos de una variedad semi-postrada y otra erecta de caupí en Nigeria fueron reducidos en 25 y 53%, respectivamente, cuando 10 plantas/m² de *E. heterophylla* competían con el cultivo durante todo el ciclo. Las plantas de la maleza que emergían 20 días o más después de la siembra no tuvieron efecto sobre los rendimientos, pero aquéllas que emergieron con la planta cultivable y no fueron controladas, sombrearon completamente a ésta a las 6 semanas (IITA 1977). Esta es la razón por la que es tan competitiva en la mayoría de los cultivos: su rápido crecimiento inicial le permite formar un follaje sobre éstos, a menos que se controle. Las plantas pueden emerger en todas las épocas. El control de las plantas de emergencia tardía también es importante para prevenir la acumulación de semillas en el suelo.

Estrategias de manejo

Varios herbicidas controlan *E. heterophylla*, incluyendo 2,4-D, acifluorfen, fomesafen, oxyfluorfen, bentazon, lactofen, imazethapyr, imazaquin y chlorimuron. Los herbicidas triazínicos, tales como atrazina y metribuzin pueden producir un control aceptable durante varias semanas (especialmente cuando las lluvias son abundantes después de la aplicación), pero raras veces durante todo el ciclo del cultivo (Nestor *et al.* 1979). Las ureas sustituidas, tales como linuron y diuron, no tienen efecto alguno sobre esta maleza.

Extensos estudios sobre competencia realizados por malezólogos de la Universidad del Estado de Carolina del Norte (EE.UU.) condujeron al desarrollo de un programa de computación (HERB) que predice los efectos de densidades específicas de *E. heterophylla* no controlada sobre el rendimiento de soya. Con sólo 5 plantas/9.5 m² la pérdida de rendimiento pronosticada es de 8% (Medena *et al.* 1991). El programa entonces calcula el valor de la cosecha perdida y determina los ingresos de varias estrategias de control para los rendimientos y valor de cosecha esperados, basado en los costos del control a los tamaños actuales de la maleza y los niveles de humedad del suelo. Para 5 plantas/9.5 m², entre 5 y 10 cm de altura, en un campo con buena humedad, tres herbicidas producirían ingresos superiores a los costos.

En la mayoría de los cultivos las medidas de control mecánicas y manuales son efectivas si se realizan oportunamente en varias ocasiones durante una temporada o ciclo de desarrollo. La alteración del suelo crea condiciones favorables para que otras semillas germinen y, como la maleza sólo es ligeramente afectada por la sombra, puede continuar creciendo y compitiendo (Nestor *et al.* 1979). La integración de las medidas mecánicas, manuales, culturales y el uso de herbicidas en sistemas de manejo bien planeados es el mejor enfoque para el control de *E. heterophylla*.

REFERENCIAS

- Celis A. 1984. Potencial de infestacion de malezas en campos cultivados en Peru. *4to Congreso de la Asociacion Latino Americana de Malezas y el 7to. Congreso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas*. Belo Horizonte. pp 35-36.
- Cerdeira A. y E. Voll 1980. Germination and emergence of *Euphorbia heterophylla*. In: *Resumos XIII Congresso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, Itabuna*. p. 96.
- Heywood V. 1978. *Flowering Plants of the World*. Mayflower Books. Nueva York.
- Hoffman C. E. Voll y A. Cerdeira. 1979. Effect of *Euphorbia heterophylla* competition on soybeans. *EMBRAPA Annual Report*. Londrina, Brasil. pp 248-250.
- Holm L., J. Pancho, J. Herberger y D. Plucknett 1979. *A Geographical Atlas of World Weeds*. John Wiley & Sons. Nueva York. 391 pp.
- IITA. 1977. *Annual Report*. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. p 100.
- Langston V. y T. Harger 1983. Potential for late season infestation by wild poinsettia. *Proceedings Southern Weed Science Society* 38:77.
- Medena S., G. Wilkerson y H. Coble 1991. *HERB Users Manual*. Department of Crop Science, North Carolina State University Research Report 131. Raleigh, North Carolina. 28 pp.
- Nestor P., T. Harger y L. McCormick 1979. Weed Watch - Wild poinsettia. *Weeds Today*. 10:24-25.
- Rodriguez G.S. y G.S. Cepero 1984. Cantidad de semillas producidas por algunas especies de malas hierbas. *Centro Agricola* 11:45-50.
- Wilson A. 1981. *Euphorbia heterophylla*: A review of distribution, importance and control. *Tropical Pest Management* 27:32-38.



Foto 3b. *Chromolaena odorata*



Foto 3c. *Convolvulus arvensis*



Foto 3d. *Euphorbia heterophylla*

LANTANA CAMARA L.

J.T. Swarbrick

Caracterización

Lantana camara, conocida como lantana, es un arbusto muy ramificado, que se presenta de variadas formas desde macollas compactas de 1-2 m de altura hasta enredaderas trepadoras de hasta 8 m de altura. Sus tallos velludos son de sección transversal cuadrada, usualmente con espinas encorvadas. Las hojas son apareadas, de peciolo corto, ovales, con puntas obtusas, márgenes dentados, pelos finos, venas prominentes por el envés y un olor fuerte cuando son aplastadas. Sus pequeñas flores son blancas, rosadas, amarillas, anaranjadas o rojas, con centros amarillos y se presentan en densos racimos entre las hojas. (Foto 4a.). Las frutas verdes y globulares contienen una sola semilla leñosa y al madurar toman coloración negro-purpúrea.

Distribución/importancia. Lantana es una especie artificial desarrollada en Europa como planta ornamental. Sus antecesores se presentan en América tropical, pero las lantanas de hoy no se encuentran en condiciones naturales en esa región (Holm *et al.* 1977). Lantana se encuentra distribuida muy ampliamente a través de las regiones tropicales, sub-tropicales y las cálidas libres de heladas, al nivel del mar y hasta elevadas altitudes. Tolera sequías estacionales, fuegos, pastoreo y sombra.

Lantana generalmente ha sido introducida deliberadamente como un arbusto ornamental y entonces se ha diseminada rápidamente mediante aves y otros animales que se alimentan de sus frutas, pero no pueden digerir sus semillas leñosas (Chakravarty 1963). Algunas de las variedades ornamentales enanas tienen pocas semillas y son invasoras menos agresivas.

Lantana rápidamente se establece en valiosos terrenos de pastoreo, y prefiere las áreas fértiles, cálidas y húmedas. Crece bien en todos los tipos de suelo, pero prospera mejor en lugares labrados, con suelo arenoso o loam, húmedo, y con poca sombra. Su denso follaje inhibe el crecimiento de las gramíneas y otros forrajes útiles y la planta es relativamente poco apetecible. Muchas variedades de lantana son venenosas al ganado, causando pérdida de apetito, orina frecuente, deshidratación y amarillamiento del interior de la boca y los ojos, al ser alteradas las funciones de los riñones. El pelo se desprende de la piel, la boca y los ojos se inflaman, y los animales pueden morir en el plazo de una a cuatro semanas. Las frutas también son venenosas para los niños (Holm *et al.* 1977).

Lantana es un serio problema en la selvicultura y en las operaciones de los huertos de árboles, y también puede aumentar la frecuencia e intensidad de fuegos en periodos secos.

Estrategias de manejo

La quema durante el período seco o el corte manual o mecanizado, seguido de la quema, reduce la vegetación existente, pero a continuación se produce un vigoroso rebrote a partir de las cepas.

La siembras de pastos competitivos (gramíneas altas y leguminosas trepadoras) después del fuego, con cortes repetidos y una reducción del pastoreo hasta que las especies útiles se hagan predominantes, producirá un buen pasto. El pastoreo debe ser controlado para mantener la dominancia de las especies de pasto.

Los arbustos de lantana a menudo se pueden desenraizar mediante arranque, tirando o haciendo uso de una palanca, especialmente en suelos arenosos húmedos. Más difícil resulta desenraizar la planta en suelos secos, arcillosos o pedregosos. Las porciones de tallo que quedan conectadas a raíces, dentro o sobre el suelo, generalmente rebrotarán, mientras que aquellas porciones de raíces sin tallos usualmente mueren.

Lantana puede ser destruída mediante una aspersión minuciosa de herbicida sobre el follaje del rebrote en activo crecimiento, después del corte o la quema, cuando tiene 50-100 cm de altura o cuando las plantas están en floración; sobre las macollas cortadas y desprendidas cerca del nivel del suelo o alrededor de la base de los tallos, cuando la planta está en floración. Es difícil destruirla químicamente en otros momentos, especialmente en condiciones de sequía, stress de frío o sin hojas.

Dentro de los herbicidas más adecuados para tratar cuidadosamente el follaje de la planta en activo crecimiento o para tratar inmediatamente las macollas cortadas se encuentran: glifosato a 0.5 - 1.0%, 2,4-D amina a 0.5%, triclopyr a 0.2% más picloram a 0.05% e imazapyr a 0.05%, todos disueltos o suspendidos en agua. Los tallos inferiores deben ser mojados todo alrededor con 0.25% de triclopyr éster en petróleo.

Muchos insectos se han evaluado como posibles agentes de control biológico contra lantana (Nakao 1969), pero en general estos han tenido poco éxito.

Los métodos adecuados de control dependen de su factibilidad económica, el área a tratar, la propiedad del terreno, el acceso, y la densidad de lantana. En áreas con poblaciones de arbustos grandes y densos es deseable una reducción inicial mediante la quema o corte. Es importante mantener un pasto vigoroso después de este tratamiento para suprimir las plántulas, competir con los arbustos de lantana, estimular al ganado a pisotearla, y ocasionalmente realizar una quema para suprimir aún más la maleza.

REFERENCIAS

- Chakravarty S. 1963. Weed Control in India, a review. *Indian Agriculturist* 7:23-58.
- Holm L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho y J.P. Herberger 1977. *Lantana camara* L. En *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. University Press of Hawaii, pp 299-302.
- Holm L.G., J.V. Pancho, J.P. Herberger y D.L. Plucknett 1979. En *A Geographical Atlas of World Weeds*. Wiley-Interscience Publications, p 207.
- Nakao H. 1969. Biological Control of Weeds in Hawaii. En *Proceedings of the First Asian-Pacific Weed Control Interchange, 1967*. East-West Center, Honolulu, pp 93-95.

MIMOSA PIGRA L.

W.M. Lonsdale y I.W. Forno

Caracterización

Mimosa pigra es un arbusto leguminoso, de hasta 6 m de altura, (ver Foto 4b.), que se encuentra en lugares húmedos y abiertos en los trópicos. Los tallos están protegidos por espinas de base ancha, de hasta 7 mm de longitud. Las hojas son biplumadas, sensibles al tacto. La producción de semillas por unidad de área foliar puede ser de más de 9000 por m² por año en una población madura típica, sobre suelo arcilloso negro agrietado de Australia (Lonsdale 1988). La planta individual más productiva en campo en Australia se encontró en el margen de un lago poco profundo, y tenía una copa de alrededor de 8 m² y produjo alrededor de 220,000 semillas por año (W.M. Lonsdale, resultados inéditos). En el suelo existe un gran banco de semillas, pero éste está expuesto a una alta mortalidad, tanto de las semillas como de las plántulas (Lonsdale *et al.* 1988; Lonsdale y Abrecht 1989).

En las llanuras del Río Adelaide, en Australia, el área infestada se duplicó en alrededor de un año (W.M. Lonsdale, resultados no publicados). Sin embargo, la velocidad exacta de incremento está estrechamente relacionada con la lluvia del año precedente.

Una vez que *M. pigra* ha formado una población típicamente densa, la luz que incide al nivel del suelo generalmente se reduce hasta un 5% de su valor durante el período de crecimiento, y puede decrecer en algunos lugares hasta el 1% (W.M. Lonsdale, resultados inéditos). La vegetación herbácea y las plántulas de árboles no pueden persistir y la maleza forma matorrales prácticamente monoespecíficos.

Distribución/Importancia. *M. pigra* es originaria de América tropical y actualmente está propagada por todos los trópicos, habiéndose destacado en los años de la década de 1970 como una maleza problemática en los suelos húmedos tropicales, la cual ya se encuentra afectando la agricultura en Australia y Tailandia, y parece probable que continuará aumentando más como problema en la región del sudeste asiático. En Australia, se encuentra limitado a las regiones costeras del territorio norteño, mientras que en Tailandia se concentra alrededor de Chiang Mai al norte del país, pero con infestaciones también en la región de Bangkok. En Malasia, un crecimiento excesivo fue comunicado primero por Ooi en 1982 (citado por Mansor 1987) en Shah Alam en el estado de Selangor. Una de las áreas más infestadas en Malasia peninsular es la Isla Penang, donde la mayoría de las áreas recién desbrozadas y los campos de arroz abandonados están intensamente infestados (Mansor 1987). La planta también se encuentra como maleza en Myanmar, Laos, Cambodia, Vietnam, Indonesia, Singapur y Papua Nueva Guinea.

En Australia, los densos matorrales compiten con los pastos e impiden el acceso al agua, y así constituye una amenaza a la ganadería (Miller *et al.* 1981). La maleza también restringe el acceso de los pescadores y otras personas a las vías acuáticas, presentando un grave problema para la conservación (Braithwaite *et al.* 1989).

En Tailandia, *M. pigra* es una maleza problemática, particularmente en los sistemas de irrigación. También constituye un peligro a lo largo de las carreteras e interfiere el acceso a los cables del tendido eléctrico (Napompeth 1983; Harley *et al.* 1985; Thamasara 1985). Robert (1982) informó que el mayor daño de *M. pigra* en Tailandia consiste en la acumulación de sedimentos en los sistemas de irrigación y represas. Sin embargo, donde las infestaciones se desarrollan en barbecho de campos de arroz, la recuperación es más costosa, ya que el 75% del costo de la preparación de la tierra infestada es para el control de *M. pigra* (B. Napompeth, comunicación personal). Niyomyati y Wara-Aswapati (1985) hicieron énfasis que la pérdida del agua disponible para la agricultura en el Valle Chiangmai de Tailandia se debía a la transpiración de grandes infestaciones de *M. pigra* en la región.

En Australia, *M. pigra* ha sido declarada como "maleza nociva" y ha recibido similar estado legal bajo diversas legislaciones sobre malezas y cuarentena. *M. pigra* también está sometida al control cuarentenario australiano, estando prohibida su importación bajo el Acta de Cuarentena de la Mancomunidad Británica (Anon. 1981). En Tailandia *M. pigra* fue declarada maleza nociva en 1983, bajo el Acta de Cuarentena Vegetal (Thamasara 1985). En Malasia fue declarada como una maleza nociva bajo las Regulaciones sobre Plagas Peligrosas y Plantas Nocivas (Importación y Exportación) (Chan *et al.* 1981).

Estrategias de manejo

Control químico. La mayor parte de la investigación sobre el control químico de esta maleza se ha realizado por I.L. Miller del Departamento del Territorio Norteño de Industrias Primarias y Pesca, Darwin, y fue resumido por Lonsdale *et al.* (1989) con recomendaciones sobre uso de herbicidas en diferentes situaciones en Australia y Tailandia (Miller y Siriworakul 1992), que incluyen fluoxyppyr, hexazinona y tebuthiuron.

Quema. Como existe poca vegetación gramínea debajo de la vegetación densa de *M. pigra*, es difícil destruir las infestaciones con fuego sin aplicar algún combustible como la gasolina gelatinosa, por vía aérea (Miller y Lonsdale 1992). Un control de seguimiento se debe realizar, pues aunque las semillas sobre el suelo son destruidas, se estimula la germinación de aquellas almacenadas a una profundidad de 5 cm en el banco de semillas del suelo (Miller 1988; Miller y Lonsdale 1992).

Control biológico. Actualmente existe un programa de colaboración para el control biológico de parte de las agencias Australiana e Internacionales. Debido a su masiva producción de semillas y rápida velocidad de crecimiento se entiende la necesidad de liberar un grupo de bioagentes, cuya acción conjunta sirva para el control de la maleza. Hasta ahora se han liberado seis especies en Australia, después de pruebas rigurosas de especificidad de hospederos, las que aun no han tenido todavía ningún efecto apreciable. Cuatro de éstos agentes también se han liberado en Tailandia. Dentro de los seis bioagentes se encuentran dos escarabajos brúquidos que se alimentan de las semillas, un escarabajo crisomélido que se alimenta del tallo, dos polillas taladradoras del tallo, y a partir de enero de 1992, un picudo que se alimenta de la flor. En los próximos años se espera liberar, entre otras especies, a dos patógenos fungosos (Forno 1992).

REFERENCIAS

- Anon. 1981. "Summary of Australian Plant and Animal Quarantine Requirements". (Australian Government Publishing Service, Canberra).
- Braithwaite R.W., W.M. Lonsdale y J.A. Estbergs 1989. Alien vegetation and native biota in tropical Australia: the spread and impact of *Mimosa pigra*. *Biological Conservation* 48:189-210.
- Chan H.H., K.M. Yunos y A.R. Ismail 1981. Status of *Mimosa pigra* L. in Johore. *Malaysian Plant Protection Society Newsletter* 5:5.
- Forno I.W. 1992. Research undertaken and prospects for biological control of *Mimosa pigra*. En: K.L.S. Harley (Ed.) *A Guide to the Management of Mimosa pigra*. CSIRO Division of Entomology, Canberra, Australia.
- Harley K.L.S., I.L. Miller, B. Napompeth y S. Thamasara 1985. An integrated approach to the management of *Mimosa pigra* L. in Australia and Thailand. *Proceedings of the Tenth Conference of the Asian-Pacific Weed Science Society, Chiangmai, Thailand*, pp 209-215. Department of Agriculture, Bangkok, Tailandia.
- Lonsdale W.M. 1988. Litterfall in an Australian population of *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. *Journal of Tropical Ecology* 4:381-392.
- Lonsdale W.M. y D.G. Abrecht 1989. Seedling mortality in *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. *Journal of Ecology* 77:371-385.
- Lonsdale W.M., K.L.S. Harley y J.D. Gillett 1988. Seed bank dynamics in *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. *Journal of Applied Ecology* 25:963-976.
- Lonsdale W.M., I.L. Miller y I.W. Forno 1989. The Biology of Australian Weeds 20. *Mimosa pigra* L. *Plant Protection Quarterly* 4:119-131.
- Mansor M. 1987. The spread of *Mimosa pigra* L. in Peninsular Malaysia. *Weedwatcher*, 2/3:3.
- Miller I.L. 1988. *Aspects of the Biology and Control of Mimosa pigra* L. M.Sc.Agr. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Sydney.
- Miller I.L. y M. Siriworakul 1992. Herbicide research and recommendations for control of *Mimosa pigra*. En: I.W. Forno y K.L.S. Harley (Eds.) *A Guide to the Management of Mimosa pigra*, en imprenta. CSIRO Division of Entomology, Canberra, Australia.
- Miller I.L. y W.M. Lonsdale 1992. The use of fire and competitive pastures to control *Mimosa pigra*. En: I.W. Forno y K.L.S. Harley (Eds.) *A Guide to the Management of Mimosa pigra*, en imprenta. CSIRO Division of Entomology, Canberra, Australia.
- Napompeth B. 1983. Background, threat and distribution of *Mimosa pigra* L. in Thailand. *Proceedings of an International Symposium on Mimosa pigra Management, Chiangmai, Tailandia*, International Plant Protection Center, Corvallis. pp 15-26.
- Niyomyati O. y O. Wara-Aswapati 1985. Transpiration rate of *Mimosa pigra* L. shoots in different seasons. *Proceedings of the Tenth Conference of the Asian-Pacific Weed Science Society, Chiangmai, Tailandia*, Department of Agriculture, Bangkok. pp 491-496.
- Robert G.L. 1982. *Economic Returns to Investment in Control of Mimosa pigra in Thailand*. Document No. 42-A-82, International Plant Protection Center, Corvallis.
- Thamasara S. 1985. *Mimosa pigra* L. *Proceedings of the Tenth Conference of the Asian-Pacific Weed Science Society, Chiangmai, Tailandia*, Department of Agriculture, Bangkok. pp 7-12.



Foto 4a. *Lantana camara*



Foto 4b. *Mimosa pigra*

PARTHENIUM HYSTEROPHORUS L.

R. Labrada

Caracterización

Parthenium hysterophorus (Fotos 4c., 4d.), conocida como "amargosa, escoba amarga, artemisa o manzanilla", es una planta erecta anual con hojas alternas, profundamente disecadas, que crece hasta 2 m de altura con inflorescencias ramificadas que portan cabezuelas florales blancas y aquenios negros, obovoides y suaves.

Las semillas de la escoba amarga no germinan inmediatamente después de la maduración, ya que los aquenios antes necesitan dispersarse y liberar algunos inhibidores de la germinación (Picman y Picman 1984; Kohli *et al.* 1985; Kumari y Kohli 1987). Su germinación alcanza su máximo en un período de 1-6 meses después de la maduración de los aquenios. Las semillas no son capaces de germinar de estar ubicadas por debajo de los primeros 5 cm del suelo. En el Caribe, esta maleza florece a los 30-45 días después de la germinación y el ciclo completo de la planta se alcanza en alrededor de 5 meses, con una producción promedio de 810 cabezuelas florales por planta (Labrada 1988). Un fotoperíodo de 13 horas y condiciones cálidas promueven la floración de la planta (Williams y Groves 1980).

Distribución/importancia. La escoba amarga es nativa de América tropical y fue introducida en África, Asia y Oceanía en cargamentos de cereales y semillas de pastos provenientes de los E.E.UU. durante la década de los 1950.

La escoba amarga está ampliamente diseminada en pastos, huertos de árboles frutales y áreas cultivables sobre suelos neutros y ácidos. En India, la maleza es considerada un problema grave (Gupta y Sharma 1977; Shelke 1984); en América Central y el Caribe, la escoba amarga aparece principalmente en áreas repetidamente tratadas con paraquat o con ciertos herbicidas activos en el suelo y utilizados selectivamente en hortalizas y leguminosas, tales como trifluralin, difenamida y otros (Labrada 1990).

El potencial alelopático de la escoba amarga se debe a la liberación de sustancias fitotóxicas, tales como los ácidos ferúlico, caféico, vanílico, clorogénico, *p*-cumárico y *p*-hidroxibenzoico, partenina, ambrosina y coronopilina, los que inhiben la germinación y el crecimiento de algunas plantas cultivables y árboles de multi-propósito (Basak 1984; Jarvis *et al.* 1985; Dharmaraj y Ali 1985; Srivastava *et al.* 1985; Dayama 1986; Swaminathan *et al.* 1990). La maleza, al entrar en contacto con la piel del agricultor o de algún animal doméstico, también causa dermatitis alérgica y problemas respiratorios (Auld y Medd 1987).

La escoba amarga es también hospedera de varias plagas y enfermedades dañinas a varios cultivos. La infección recíproca de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* entre la escoba amarga y plantas de frijol ha sido determinada. La infección tuvo lugar con plantas de frijol que se infectaron durante el período de pre-floración y la formación de la vaina (Ovies y Larrinaga 1988).



Foto 4c. Plántula de *Parthenium hysterophorus*



Foto 4d. *Parthenium hysterophorus* en floración

Estrategias de control

En áreas cultivables infestadas, la arada profunda durante el proceso de preparación del terreno puede reducir la población de la escoba amarga. En áreas pequeñas de cultivo, la escarda manual durante los estadios tempranos de crecimiento previene la floración. La escarda de plantas ya maduras es inefectivo debido a que la planta puede regenerar a partir de sus yemas de la corona de la planta (Gupta y Sharma 1977).

En India, en áreas muy infestadas, la escoba amarga se ha logrado eliminar a través del uso de plantas de *Cassia* spp. (Joshi 1991). Esta práctica consiste en el desyerbe manual de la maleza y siembra inmediata de las semillas de *Cassia* (*C. sericea* o *C. uniflora* Mill.), cuya población se elevó notablemente sobre la de escoba amarga al decursar el tiempo. Dos años después la relación *Cassia:Parthenium* fue mayor a 21:1 (Mahadevappa y Ramaiah 1990).

El control biológico de la escoba amarga ya se practica en Australia mediante el uso de la polilla perforadora del tallo, *Epiblema strenuana* (Lepidoptera: Tortricidae). El insecto posee un nivel de reproducción relativamente alto en cortos períodos de tiempo y su efectividad ha sido comprobada en las alturas centrales de Queensland (McFadyen 1985). Hay también otros agentes biológicos con potencial para el control de la escoba amarga, tales como el crisomélido, *Zygogramma bicolorata* (Coleoptera: Chrysomelidae) y el picudo taladrador del tallo *Listronotus setosipennis* (Coleoptera: Curculionidae). Todos estos organismos son originarios del Brasil y México, por lo que requieren evaluación previa en los países afectados por la escoba amarga.

Otro desarrollo, en proceso, en materia de control biológico de la escoba amarga es el uso de un hongo causante de la roya *Puccinia abrupta* var. *parthenicola*. Suspensiones de uredosporas de pústulas de 3 semanas de edad se han aplicado sobre el follaje de la escoba amarga, obteniéndose efectividad consistente (Parker 1989). Este hongo está siendo ahora evaluado para el desarrollo de un micoherbicida.

La escoba amarga no es eliminada por algunos conocidos herbicidas, tales como paraquat (Njoroge 1991), trifluralin, difenamida, napropamida y las acetanilidas, alachlor, metolachlor y propachlor (Labrada 1990). Este autor ha observado que en plantaciones de cítricos, café y bananos tratadas repetidamente con paraquat, la escoba amarga se ha convertido en la maleza predominante en el período de un año. Infestaciones similares han tenido lugar en campos de hortalizas y leguminosas tratadas por varios años con trifluralin. Esta incidencia de aparente resistencia de la escoba amarga a los herbicidas indica la necesidad de utilizar mezclas o secuencias de herbicidas contra la maleza.

Existen algunos tratamientos selectivos de herbicidas efectivos para el control de la escoba amarga (Tabla 1). Su aplicación en áreas de pequeños agricultores dependerá de varios factores socio-económicos de los lugares afectados.

En algunas situaciones es más útil determinar el umbral económico de la escoba amarga en las áreas de cultivo afectadas, lo cual ayuda a decidir si aplicar o no un tratamiento químico costoso. Este valor de umbral ha sido establecido para varios cultivos (Tabla 2). Si la escoba amarga no es combatida a las densidades indicadas y período de desarrollo de la planta cultivable, sin lugar a dudas, ocurrirán pérdidas de rendimientos y se

incrementará el banco de semillas de la maleza en el suelo.

Tabla 1. Herbicidas para el control de *Parthenium hysterophorus**

Herbicida	kg i.a./ha	Tratamiento	Cultivo
Ametrina	1.6-2.4	Post	Bananos, plátanos, café, cítricos y piña.
Ametrina + simazina	1.6-2.4 (de cada)	Pre o post	<i>Idem.</i>
Atrazina	2.4-3.2	Pre	Maíz y sorgo
Prometrina	1.0-1.5	Pre	Ajo y papa
2,4-D	1.0-1.5	Post	Maíz, sorgo y pastos.
Metribuzin	0.2-0.35	Pre	Siembras directas y trasplante de tomate, papa.
Fomesafen	0.25	Post	Frijol, soya.
Linuron	0.75-1.0	Pre	Frijol, soya y ajo.
Metobromuron	0.75-1.0	Pre	Frijol, soya y papa.
Oxadiazon	0.25-0.38	Post	Cebolla.

Tabla 2 Umbral económico de *Parthenium hysterophorus* en diferentes cultivos*

Cultivo	Umbral de <i>Parthenium</i> (plantas/m ²)	Período del cultivo (días después de la emergencia o trasplante)
Frijol	1	30
Soya	4	15-30
Tomate (siembras)	1	20
Pimiento (trasplante)	1-2	60
Cebolla (trasplante)	2	20
Ajo	1	15

* De acuerdo a Labrada y Morales (1986); Paredes y Labrada (1986); Paredes *et al.* (1990).

REFERENCIAS

- Auld B.A. y R.W. Medd 1987. *Weeds, an illustrated botanical guide to the weeds of Australia*. Inkata Press, Melbourne-Sydney 255 pp.
- Basak S.L. 1984. Parthenium - a big threat to agriculture and health in 1980s. *Indian Agriculturist* 28:137-143.
- Dayama O.P. 1986. Allelopathic potential of *Parthenium hysterophorus* L. on the growth, nodulation and nitrogen content of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Reports* 7:36-37.
- Dharmaraj G. y A.M. Ali 1985. Allelopathic potential of parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.) extracts. *Abstracts Annual Conference Indian Society Weed Science*, Tamil Nadu Agricultural University p 46.
- Gupta O.P. y J.J. Sharma 1977. El peligro del parthenium en la India y posibles medidas de control del mismo. *Boletín Fitosanitario FAO* 25:112-117.
- Jarvis B.B., N.B. Pena, M.M. Rao, R.S. Comezoglu, T.F. Comezoglu y N.B. Mandava 1985. Allelopathic agents for *Parthenium hysterophorus* and *Baccharis megapotamica*. In "The Chemistry of Allelopathy, biochemical interactions among the plants", American Chemical Society, pp 149-159.
- Joshi S. 1991. Biological control of *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae) by *Cassia uniflora* Mill. (Leguminosae), in Bangalore, India. *Tropical Pest Management* 37:182-184.
- Kohli R.K., Anita Kumari y D.D. Saxena 1985. Auto and teletoxicity of *Parthenium hysterophorus* L. *Acta Universitatis Agriculturae, Brno, A (Fac. Agronomy)* 33:253-263.
- Kumari A. y R.K. Kohli 1987. Autotoxicity of ragweed parthenium (*Parthenium hysterophorus*). *Weed Science* 35:629-632.
- Labrada R. 1988. Complemento al estudio biológico de *Parthenium hysterophorus* L. *Resúmenes IX Congreso ALAM*, julio 26-30, Maracaibo, Venezuela.
- Labrada R. 1990. El manejo de malezas en áreas de hortalizas y frijol en Cuba. *X Congreso ALAM, La Habana, abril 1-14*, vol. II:1-16.
- Labrada R. y R. Morales 1986. Umbral económico de *Parthenium hysterophorus* L. en frijol y soya. *Resúmenes VIII Congreso ALAM, Guadalajara*, p 88.
- Mahadevappa M. y H. Ramaiah 1990. Pattern of replacement of *Parthenium hysterophorus* plants by *Cassia sericea* in waste lands. *Indian Journal of Weed Science* 20:83-85.
- McFadyen R.E. 1985. The biological control programme against *Parthenium hysterophorus* in Queensland. *Proceeding VI Symposium Biological Control Weeds (19-25 august, 1984)*, Vancouver pp 789-796.
- Njoroge J.M. 1991. Tolerance of *Bidens pilosa* L. and *Parthenium hysterophorus* L. to paraquat (Gramoxone) in Kenya. *Kenya Coffee* 56:999-1001.
- Ovies J. y Loretta Larrinaga 1988. Transmisión de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* mediante un hospedante silvestre. *Ciencia y Técnica Agricultura, Protección Plantas* 11:23-30.
- Paredes E. y R. Labrada 1986. Umbral de daños de *Parthenium hysterophorus* en plantación de pimiento y siembra directa de tomate. *Resúmenes VIII Congreso ALAM, Guadalajara*, p 37.
- Paredes E., E. Perez, F. La O y A. Suey 1990. Umbrales de daño económico de *Parthenium hysterophorus* L. en ajo (*Allium sativus* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.). *Resúmenes X Congreso ALAM, La Habana*, vol I:78.
- Parker H. 1989. Biological control of *Parthenium hysterophorus* using two rust fungi.

- Proceedings VII Symposium Biological Control Weeds, Rome* pp 531-538.
- Picman J. y A.K. Picman 1984. Autotoxicity in *Parthenium hysterophorus* and its possible role in control of germination. *Biochemical Systematics and Ecology* 12:287-292.
- Shelke D.K. 1984. Parthenium and its control - a review. *Pesticides* 18:51-54.
- Srivastava J.N., J.P. Shukla y R.C. Srivastava 1985. Effect of *Parthenium hysterophorus* L. extract on the seed germination and seedling growth of barley, pea and wheat. *Acta Botanica Indica* 13:194-197.
- Swaminathan C., R.S. Rai y K.K. Smesh 1990. Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* on germination and growth of a few multi-purpose trees and arable crops. *International Tree Crops Journal* 6:143-150.
- Williams J.D. y R.H. Groves 1980. The influence of temperature and photoperiod on growth and development of *Parthenium hysterophorus* L. *Weed Research* 20:47-52.

CAPITULO 6
MALEZAS ACUATICAS

Caracterización

A nivel mundial el jacinto de agua, *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach, (Fotos 5a., 5b.) causa problemas más serios y amplios que ninguna otra maleza acuática flotante. Esto es el resultado de su alta intensidad de crecimiento y reproducción, alta habilidad competitiva con relación a otras plantas acuáticas flotantes, el movimiento de las plantas por el viento y las corrientes de agua, y, debido a sus flores atractivas, propagadas por el hombre. Es una planta acuática de libre flotación con rosetas de hojas soportadas por peciolo que pueden ser cortos y abultados o largos y delgados, de hasta 50 o aún 100 cm de longitud. Se propaga rápidamente mediante estolones que se desarrollan a partir de la base de la roseta. Los estolones crecen hasta 30 cm de longitud antes de desarrollar una roseta hija. La intensidad de la propagación por este medio puede resultar en la duplicación del área infestada cada 6 a 15 días. Los tallos florecedores, a partir del centro de la roseta, producen una inflorescencia vistosa de flores azules/violetas, las cuales se convierten en cápsulas frutales cada una conteniendo hasta 400 semillas pequeñas. Se ha investigado ampliamente y aunque se conoce mucho acerca de su biología, control y potencial de utilización (ver Gopal y Sharma 1981; Gopal 1987 por reseñas), aún existen fallas significativas en nuestro conocimiento sobre esta planta.

Distribución/importancia. El centro de origen del jacinto de agua parece ser la Amazonia, Brasil, con propagación natural a otras áreas del continente sud-americano (Barrett y Forno, 1982). En sus áreas nativas en los neo-trópicos la *E. crassipes* se ha convertido ocasionalmente en una maleza en las presas o cuerpos de agua naturales donde el régimen hidrológico se ha alterado por las actividades del hombre y/o el nivel de nutrientes en el agua se ha incrementado. El jacinto de agua se ha introducido por el hombre en muchos países en los trópicos y subtropicos donde se ha propagado hasta convertirse en una maleza acuática extremadamente grave desde los 40°N hasta los 45°S (Holm *et al.* 1977). Se han desarrollado infestaciones extensas en el sur de los EE.UU. (especialmente en Lousiana y la Florida), en México, Panamá y muchas regiones de Africa (especialmente los sistemas de los ríos Nilo y Congo), el sub-continente Indio, el sudeste Asiático, Indonesia y Australia (Sculthorpe, 1971; Holm *et al.* 1977; Pieterse 1978; Gopal y Sharma 1981).

El jacinto de agua se reproduce vegetativamente mediante estolones, los cuales junto a las plantas aisladas, así como mantos a la deriva se distribuyen fácilmente por las corrientes de agua, el viento, los botes y las balsas. Sin embargo, en la mayor parte de sus áreas la planta también produce grandes cantidades de semilla de larga longevidad, y la persistencia y diseminación por este medio puede ser muy significativa (Sculthorpe, 1971). El crecimiento está grandemente influido por los niveles de nutrientes en el agua, especialmente, los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio (Reddy *et al.* 1989, 1990, 1991). El incremento de estos elementos a menudo es causado porque una parte de los fertilizantes aplicados a las áreas agrícolas y de pastos alcanzan los cuerpos de agua a través de la escorrentía o de los drenajes agrícolas y a través de los efluentes urbanos e industriales.



Foto 5a. *Eichhornia crassipes*



Foto 5b. Infestación extensa de *Eichhornia crassipes*

Aún dentro de las áreas nativas del jacinto de agua los cambios en el régimen hidrológico debidos, por ejemplo, a la construcción de presas y a incrementos en los niveles de nutrientes, han producido un crecimiento excesivo (Donselaar 1968; Harley 1992). El jacinto de agua no tolera agua salobre (Holm *et al.* 1977) y la salinidad puede limitar o modificar su distribución. El jacinto de agua que se acumula en las lagunas costeras de África Occidental durante el período de lluvias se reduce en aquellas áreas que se convierten en salinas durante el período seco. Se conoce que el jacinto de agua se ha extendido en su propagación desde 43 países en 1884 hasta 59 en 1980 y hasta otros tres países después de 1980. En dos de los últimos (Benin y Nigeria) y en un grupo de otros países las regiones más norteñas (tropicales) del África sub-Sahariana la propagación del jacinto de agua se ha incrementado grandemente durante los últimos 5-8 años. Esta situación es casi seguro el resultado de un incremento de la población humana que le ocasiona mayores afectaciones al medio ambiente. El medio ambiente ha sufrido a través de la eutroficación o pérdida de oxígeno del agua fresca debido a la descarga de efluentes de áreas urbanas e industriales, al incremento de la agricultura, la deforestación y la degradación general de las cuencas de agua. La velocidad actual de propagación del jacinto de agua en África parece ser mayor que en otros lugares y está afectando seriamente el manejo de los recursos hídricos, la ecología, la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas riverenas.

Composición química del agua. El crecimiento del jacinto de agua es favorecido por el agua rica en nutrientes, en especial por el nitrógeno, el fósforo y el potasio. La habilidad del jacinto de agua para absorber los nutrientes y otros elementos ha sido ampliamente investigado. Además de estos elementos, toma calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, el aluminio, el boro, cobre, molibdeno y zinc. La habilidad del jacinto de agua de extraer los nutrientes y los metales pesados puede ser explotada para tratar los efluentes de alcantarillados pasándolos a través de canales que contienen la planta. Para un tratamiento exitoso las plantas se tienen que mantener en crecimiento activo mediante la eliminación del exceso de plantas. Sin embargo el jacinto de agua nunca deberá introducirse en una región donde él no exista. El riesgo de crear un serio problema de maleza es muy grande. Con frecuencia las plantas acuáticas nativas se pueden usar eficientemente en el tratamiento de efluentes.

El contenido de oxígeno del agua es menor debajo del manto del jacinto de agua y puede reducirse hasta cero. Los efectos sobre los peces y otros animales acuáticos es catastrófico.

Evapotranspiración. La investigación ha mostrado que en todo el mundo las pérdidas de agua por evapotranspiración a través de una cubierta de jacinto de agua siempre es mayor que a partir de una superficie de agua descubierta. Sin embargo, las pérdidas por evapotranspiración varían grandemente debido a la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y las características de la infestación del jacinto de agua. Hamdoun y Tigani (1977) estimaron que se perdían cada año 7 mil millones de m³, o una décima parte del flujo promedio del Nilo, a través de la evapotranspiración del jacinto de agua. La magnitud de las pérdidas debidas a la evapotranspiración pueden poner en peligro la viabilidad de los esquemas de suministro de agua, especialmente, en los períodos de sequía.

Sedimentación, inundación y navegación. Los mantos de jacinto de agua pueden hacerse muy extensos y cubrir ríos, represas, canales, drenes y otras áreas húmedas. La reducción del flujo de agua causa aumentos de la sedimentación. Esto reduce la profundidad del agua y ocasionalmente torna cuerpos de agua abiertos en pantanos poco profundos. En los canales de irrigación y zanjais de drenaje el flujo del agua se reduce muy por debajo de los niveles diseñados, impidiendo así la entrega del agua de riego y el drenaje de los campos. Durante períodos de alta precipitación se producen inundaciones y se dañan los canales. Las represas también se obstaculizan y se sedimentan; se reduce su capacidad y vida útil, se afecta la pesca y la caza. Adicionalmente, las plantas arrastradas hacia las entradas de estaciones generadoras hidroeléctricas y obras cabeceras de irrigación pueden causar daños costosos y conducir al cierre por reparación de dichas instalaciones.

Cuando los ríos se infestan intensamente se dificulta la navegación hasta hacerse imposible. Los muelles o atracaderos de los ríos pueden quedar bloqueados y dañarse. Un ejemplo extremo es el del Río Nilo en Sudán. El jacinto de agua infestó el río y sus tributarios desde Juba, en el sur, hasta la Presa Jebel Aulia, cerca de Jartúm, una distancia de 1700 km. La longitud total infestada del río excede los 3000 km, incluyendo los tributarios (Irving y Beshir 1982; Philipp *et al.* 1983; Beshir y Bennett 1985). Desde 1963 el Ministerio de Agricultura de Sudán ha estado tratando de controlar la infestación de la maleza para mantener abierto el acceso acuático para el tráfico por barco, mediante la aplicación de herbicidas con una flota de 42 botes y 3 naves aéreas, con base en 3 puntos o estaciones a lo largo del río (Beshir y Bennett 1985). El costo anual de la operación de control químico fue de alrededor de un millón de libras sudanesas. Adicionalmente, las pérdidas de tiempo por reparaciones y mantenimiento complementario a las embarcaciones debido a la incidencia del jacinto de agua costó anualmente alrededor de 500,000 libras sudanesas (Hamdoun y Tígani 1977). A pesar de esta asignación masiva de recursos, no se logró el control requerido.

El jacinto de agua puede aumentar sustancialmente el nivel de las aguas de inundación con los consiguientes daños. Las plantas bloquean los canales naturales de drenaje y los construídos por el hombre, se acumulan con la corriente superior y represan con eficacia el agua. Como el drenaje normal queda obstaculizado, el agua puede inundar y erosionar los campos, entrar en edificios y poblados, dañar y provocar arrastres en carreteras y puentes.

Estilo de vida, salud y educación. En muchos países el estilo de vida de las comunidades humanas rivereñas está dictado por las características del cuerpo de agua. Con frecuencia el único medio de transporte es el bote y el cuerpo de agua es la única fuente de agua de beber, cocer y lavar, aparte que los componentes de la dieta se extraen también del mismo. Una fuerte infestación de jacinto de agua impide la navegación en canoas y aún en grandes botes motorizados. Esto impide ocasionalmente la asistencia de los niños a la escuela, visitas por atención médica, visitas a los mercados, etc. Además, los vectores de malaria, schistosomiasis, filariasis, encefalitis y otras enfermedades humanas y animales suelen aumentar, lo que causa un deterioro de la salud humana y pérdidas de animales domésticos. Se ha afirmado que el organismo causal del cólera se concentra alrededor de las raíces del jacinto de agua.

Pesca y alimentos. Las fuentes de alimentos frecuentemente sólo son accesibles a través del agua y muchas comunidades dependen en gran medida de los peces como fuente de

alimento y como artículo de comercio. Por lo tanto, cuando un cuerpo de agua adyacente a una aldea o poblado está cubierto de jacinto de agua, la comunidad puede sufrir hambre, más aún, la reducción de los niveles de oxígeno debajo de un manto de jacinto de agua causa una alta mortalidad a las poblaciones de peces. Por ejemplo, en Nigeria, 500 km² de lagunas costeras están infestadas con el jacinto de agua, 24,000 pescadores están seriamente afectados y esta cifra puede elevarse hasta 2 millones (T A Farri comunicación personal). En Benin se ha estimado que las capturas de peces se han reducido en 50% o más (R van Thielen comunicación personal).

Fitoplancton. El fitoplancton requiere luz para su crecimiento. Por lo tanto, la sombra proyectada por el jacinto de agua puede inhibir el crecimiento del fitoplancton, lo cual, a su vez, reduce la densidad poblacional de zooplancton y se afecta la cadena alimenticia. Sin embargo, estos efectos de la sombra están dados por la intensidad luminosa, la duración del día, la turbidez, las velocidades del flujo y el nivel de nutrientes del agua.

Flora. El jacinto de agua interactúa con la vegetación nativa y puede reducir significativamente la densidad poblacional de especies individuales a través de la sombra que proyecta y la competencia por los recursos esenciales. Las plantas sumergidas y aquellas de menor altura que el jacinto de agua son las más amenazadas, ya que están expuestas a recibir insuficiente luz para su fotosíntesis. La competencia prolongada por una población densa de jacinto de agua puede reducir la biodiversidad floral del cuerpo de agua.

Fauna. Una población densa de jacinto de agua afecta la fauna acuática directamente, a través de la reducción del contenido de oxígeno del agua, e indirectamente, a través de la reducción del fitoplancton y zooplancton, de las plantas alimenticias y de los lugares adecuados de reproducción. Los efectos sobre la flora y la fauna no han recibido el estudio que merecen. Sin embargo, existen muchos registros de muertes de peces a consecuencia de la reducción de los niveles de oxígeno. Aunque ciertas especies podrían favorecerse, en general, la infestación del jacinto de agua en un cuerpo de agua debe provocar una reducción de la biodiversidad.

Usos. La enorme biomasa del jacinto de agua ha estimulado muchas pruebas para su utilización, pero esta tiene aplicación limitada en la fabricación de papel de pobre calidad, en la generación de biogás, para el tratamiento de efluentes y para producción de alguna artesanía. No existe duda alguna de que los efectos dañinos del jacinto de agua superan sus beneficios. Aún una utilización máxima sólo eliminará una pequeña cantidad de la maleza y no contribuirá a una reducción sustancial de sus efectos dañinos. El mundo no puede tolerar el costo ambiental de no tratar el jacinto de agua como un problema extraordinariamente serio, el cual debe ser detenido y efectivamente controlado (Gopal y Sharma 1981). Se puede evitar cualquier conflicto de intereses entre los defensores de la utilización y los del control ilimitado mediante la aplicación de un esquema de manejo de la maleza que permita la utilización en pequeña escala y el control paralelo de las infestaciones más problemáticas (Wright y Center 1984).

Métodos de Control

Herbicidas. Sólo en pocas ocasiones se ha intentado el control mediante herbicidas de

infestaciones grandes de jacinto de agua que crecen bajo condiciones favorables (Scott *et al.* no fechado) y aún cuando se han invertido enormes recursos, como en Sudan, este tratamiento ha tenido poco efecto. Sin embargo, este método ha sido exitoso para el control de infestaciones pequeñas, de fácil acceso por tierra o mediante botes (Smith *et al.* 1984; Jamieson *et al.* 1977; C. Julian comunicación personal) y para erradicar infestaciones menores en regiones que son climáticamente desfavorables para el crecimiento de esta planta. Los herbicidas más comunmente usados han sido 2,4-D, aminotriazole y glifosato, siendo el primero el más extensamente usado, además de ser relativamente barato.

El control mediante herbicidas requiere de un alto insumo de mano de obra y equipos mecánicos, por lo que puede resultar costoso. La inspección sistemática unida al tratamiento deben realizarse indefinidamente para evitar la regeneración de la infestación a partir de plantas y semillas dispersas. Este compromiso a largo plazo es con frecuencia difícil de mantener y constituye un costo continuado.

Existe también un costo ambiental en el uso de herbicidas. Los residuos de éstos en el agua y en los sedimentos pueden afectar el ambiente acuático y aniquilar los peces directamente o mediante la reducción de los niveles de oxígeno disuelto, como consecuencia de la descomposición de las malezas. Si los residuos son excesivos, el agua será inadecuada para consumo humano o para irrigación (Anon. 1985). El ser humano cobra más conciencia de los efectos de la contaminación sobre el ambiente, sobre sí mismo y sobre sus animales domésticos. Muchas comunidades no toleran más la contaminación de su medio por plaguicidas.

Extracción física, drenaje. La extracción física tiene limitaciones obvias en su magnitud, además de seguramente tendrán lugar reinfestaciones a partir de fragmentos de plantas y semillas. Sin embargo, este método es ambientalmente "seguro" y útil para reducir pequeñas infestaciones y para el mantenimiento de canales. Si la extracción física es el único método de control usado, entonces la demanda de recursos será interminable. La extracción física puede ser por vía manual, por dragado o mediante una máquina cosechadora especialmente diseñada.

El drenaje permanente para secar un estanque o lago controla el jacinto de agua (Smith *et al.* 1984). Sin embargo, las semillas de la maleza poseen una larga longevidad (Matthews *et al.* 1977), por lo que si el área acumula de nuevo agua, las semillas podrán germinar y se producirá una reinfestación. El drenaje permanente puede ser un método efectivo de control en situaciones apropiadas donde la pérdida del agua no producirá inconvenientes a los poblados adyacentes de dejar sin agua a los animales domésticos, destruir una fuente local de alimentos (por ej. peces) o provocar otros efectos ambientales adversos.

Control Biológico. La investigación sobre el control biológico del jacinto de agua comenzó en 1961 y los primeros agentes de control fueron liberados en EE.UU. alrededor de 10 años después (Perkins 1972, 1973). Actualmente se utilizan uno o más agentes de control en por lo menos 22 países (Julien 1992; Limon 1984). Como consecuencia, el jacinto de agua se ha controlado en algunos países y las infestaciones se han reducido en otros.

Seis artrópodos y 3 hongos (Tabla 1) han contribuido al control biológico del jacinto de agua (Harley y Wright 1984; Julien 1992), pero las especies que han resultado más exitosas son dos picudos (gorgojos): *Neochettina bruchi* Hustache y *N. eichhorniae* Warner, y una polilla *Sameodes albiguttalis* (Warren). Sin embargo, no se ha logrado un control óptimo en todas las situaciones, por lo que se evalúan otros agentes.

La situación actual es que:

- Se han descubierto agentes de control biológico en las áreas nativas del jacinto de agua
- La investigación ha demostrado que estos agentes no pueden sobrevivir y reproducirse sobre ninguna otra planta, excepto sobre jacinto de agua
- Estos agentes han controlado exitosamente esta maleza en varios países
- Se prevé que la investigación en curso mejore el nivel general de control

Esto significa que ya se disponen de agentes de control cabalmente investigados y comprobados. Estos agentes han sido extensamente utilizados y la experiencia muestra que se pueden introducir en nuevas regiones, sin riesgos para el cultivo o el ambiente. Los costos de la introducción en las nuevas regiones son relativamente bajos, pero los proyectos tienen que ser dirigidos por científicos experimentados en el control biológico del jacinto de agua. Sin una dirección experta es probable que los proyectos fracasen y los escasos recursos se pierdan. El momento es excelente para un exitoso control biológico del jacinto de agua en la mayoría de las situaciones donde la planta resulte ser una maleza exótica (Harley y Forno 1989).

Los hongos *Acremonium zonatum* (Sawada) Gams y *Cercospora piaropi* Tharp (estrechamente relacionado con *C. rodmanii* Conway que se ha usado como agente de control en algunas situaciones en EE.UU.) parecen haberse diseminado por todo el mundo con el jacinto de agua y estos no deben ser normalmente introducidos como agentes de control biológico. Los síntomas generalmente son más evidentes en las hojas más viejas. Estos hongos por sí solos no son especialmente dañinos, pero frecuentemente sus efectos se incrementan, sobre todo cuando las plantas están sometidas a stress por el ataque de insectos. El daño por el ácaro, *Orthogalumna terebrantis*, generalmente es más evidente sobre las hojas más viejas y este artrópodo es de dudoso valor como agente de control.

Manejo de las cuencas de agua y control integrado. La proliferación del jacinto de agua en su hábitat exótico está determinado principalmente por dos factores: el suministro de nutrientes y la ausencia de enemigos naturales de la maleza. Las estrategias de control serán completamente efectivas siempre que el manejo de las cuencas de agua como el control directo de la maleza sean bien dirigidos.

El manejo de las cuencas de agua puede tener efectos sobre los niveles de nutrientes de los ríos, lagos y otros cuerpos de agua, lo cual ya ha sido mencionado. Las cuencas de agua deben manejarse para controlar el jacinto de agua y otras malezas acuáticas flotantes, lo cual podrá ofrecer un nivel de vida aceptable y sostenible para la población

que vive aledaña a la cuenca de agua, y para también conservar la ecología y la biodiversidad de la región (ver Howard-Williams y Thompson 1985; y Mitchell 1985 para una mayor discusión).

El efecto de control que los enemigos naturales desarrollan sobre el jacinto de agua en su habitat nativo, se restablece en el habitat exótico a través del control biológico. La introducción agresiva del control biológico será el aspecto principal de una estrategia de control integrada, única vía que brindará un efecto económicamente sostenible, sin efectos

Tabla 1. Agentes para el control biológico del jacinto de agua.

Agente	Tipo de daño
INSECTOS	
CURCULIONIDAE	
<i>Neochettina bruchi</i> Hustache	Los adultos se alimentan del follage y los peciolas, las larvas perforan los peciolas y corolas.
<i>N. eichhorniae</i> Warner	Similar a <i>N. bruchi</i>
PYRALIDAE	
<i>Acigona infusella</i> (Walker)	Las larvas perforan en las láminas y peciolas.
<i>Sameodes</i> <i>albiguttalis</i> (Warren)	Las larvas perforan en los peciolas y yemas.
NOCTUIDAE	
<i>Bellura densa</i> (Walker)	Las larvas perforan en los peciolas y corolas.
ACAROS	
GALUMNIDAE	
<i>Orthogalumna</i> <i>terebrantis</i> Wallwork	Los inmaduros perforan en las láminas.
PATOGENOS FUNGOSOS	
HIFOMICETOS	
<i>Acremonium</i> <i>zonatum</i> (Sawada) Gams	Manchas zonales sobre las láminas
<i>Cercospora</i> <i>piaropi</i> Tharp	Manchas puntuales y clorosis sobre las láminas; necrosis de las láminas.
<i>C. rodmanii</i> Conway	Similar a <i>C. piaropi</i>

colaterales adversos sobre la ecología, biodiversidad y también sobre la salud humana. Tal estrategia también incluirá la reducción del arrojado de nutrientes en el agua a través del manejo de la cuenca de agua y el uso de medidas de control a corto plazo, tales como el uso de los herbicidas, la extracción física y el drenaje en situaciones críticas. Se deben adoptar estrategias perfectamente formuladas como política de gobierno.

Conciencia pública, supervisión. Se debe establecer una campaña pública de concientización y educación sobre los problemas causados por el jacinto de agua. Esta campaña debe enfatizar la importancia de no cultivar ni propagar el jacinto de agua, de no contaminar el agua y de informar las nuevas apariciones de la maleza acuática a las autoridades competentes.

En los programas escolares se debe incluir información sobre estos problemas y otros temas asociados. La campaña debe estar dirigida a todos los sectores de la comunidad. La responsabilidad para evaluar la propagación del jacinto de agua y establecer su control debe ser conferida a una agencia del gobierno central con autoridad y fondos para actuar.

REFERENCIAS

- Anon. 1985. *Guidelines for the use of Herbicides in or near Water*. Department of Resources y Energy; Australian Water Resources Council. Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Barrett S.C.H. y I.W. Forno 1982. Style morph distribution in new world populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). *Aquatic Botany* 13:299-306.
- Beshir M.O. y F.D. Bennett 1985. Biological control of water hyacinth on the White Nile, Sudan. In: E.S. Delfosse (Ed.). *Proceedings, VI International Symposium Biological Control of Weeds, Agosto 1984, Vancouver, Canada*. Agriculture Canada. pp 491-496.
- Donselaar J. van 1968. Water y marsh plants in the artificial Brokopondo Lake (Surinam, S. America) during the first three years of its existence. *Acta Botanica Neerlandica* 17:183-196.
- Gopal B. 1987. *Water Hyacinth*. Elsevier, Amsterdam.
- Gopal B. y K.P. Sharma 1981. *Water-Hyacinth (Eichhornia crassipes) the most troublesome weed of the world*. Hindasia, Delhi.
- Hamdoun A.M. y K.B. El Tigani 1977. Weed problems in the Sudan. *PANS* 23:190-194.
- Harley K.L.S. 1992. *Survey of water hyacinth and other floating aquatic weeds in Guyana*. Unpublished report of a consultancy. Commonwealth Science Council, London.
- Harley K.L.S. y I.W. Forno 1989. Management of aquatic weeds. Biological control by means of arthropods. En: A.H. Pieterse y K.J. Murphy (Eds.), *Aquatic Weeds*, Oxford University Press, Oxford. pp 177-186.
- Harley K.L.S. y A.D. Wright 1984. Implementing a program for biological control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. En: G. Thyagarajan (Ed.). *Proceedings International Conference on Water Hyacinth, February 1983, Hyderabad, India*. UNEP, Nairobi. pp 58-69.
- Holm L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho y J.P. Herberger 1977. *The World's Worst Weeds. Distribution and Biology*. The University Press of Hawaii, Honolulu.
- Howard-Williams C. y K. Thompson 1985. The conservation and management of African wetlands. En: P. Denny (Ed.). *The Ecology and Management of African*

- Wetland Vegetation*, W. Junk, Dordrecht.
- Irving N.S. y M.O. Beshir 1982. Introduction of some natural enemies of water hyacinth to the White Nile, Sudan. *Tropical Pest Management* 28:20-26.
- Jamieson G.I., C. Kershaw y R.J. Ciesiolka 1977. Waterhyacinth control on the lower Fitzroy River. *Journal Aquatic Plant Management* 15:5-9.
- Julien M.H. 1992. *Biological Control of Weeds. A World Catalogue of Agents and their Target Weeds*. 3rd edition. CABI, Wallingford.
- Limon L.G. 1984. Mexican agency studies aquatic weeds. *Aquaphyte*, Fall 1984, p 3.
- Matthews L.J., B.E. Manson y B.T. Coffey 1977. Longevity of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) seed in New Zealand. *Proceedings 6th Asian-Pacific Weed Science Conference*, 1968 1:273-277.
- Mitchell D.S. 1985. African aquatic weeds and their management. En: P. Denny (Ed), *The Ecology and Management of African Wetland Vegetation*, W. Junk, Dordrecht. pp 177-202.
- Perkins B.D. 1972. Potential for water hyacinth management with biological agents. *Proceedings Annual Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management*. February 1972. pp 53-64.
- Perkins B.D. 1973. Release in the United States of *Neochetina eichhorniae* Warner, an enemy of water hyacinth. *Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Southern Weed Science Society (U.S.A.)*. p 368.
- Philipp O., W. Koch y H. Koser 1983. *Utilisation and control of water hyacinth in Sudan*. GTZ, Dag-Hammarskjold-Weg.
- Pieterse A.H. 1978. The water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) - a review. *Abstracts on Tropical Agriculture* 4:9-42.
- Reddy K.R., M. Agami y J.C. Tucker 1989. Influence of nitrogen supply rates on growth and nutrient storage by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) plants. *Aquatic Botany* 36:33-43.
- Reddy K.R., M. Agami y J.C. Tucker 1990. Influence of phosphorus on growth and nutrient storage by water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) plants. *Aquatic Botany* 37:355-365.
- Reddy K.R., M. Agami, E.M. D'Angelo y J.C. Tucker 1991. Influence of potassium on growth and nutrient storage by water hyacinth. *Bioresource Technology* 37:79-84.
- Scott W.E., P.J. Ashton y D.J. Steyn, sin fecha. *Chemical control of the water hyacinth on Hartbeespoort dam*. Department of Water affairs, Pretoria.
- Sculthorpe C.D. 1971. *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. Edward Arnold, Londres
- Smith L.W., R.E. Williams, M. Shaw y K.R. Green 1984. A water hyacinth eradication campaign in New South Wales, Australia. En: G. Thyagarajan (Ed.). *Proceedings International Conference on Water Hyacinth, February 1983, Hyderabad, India*. UNEP, Nairobi. pp 925-935.
- Wright A.D. y T.D. Center 1984. Biological control: Its place in the management of water hyacinth. En: G. Thyagarajan (Ed.). *Proceedings International Conference on Water Hyacinth, February 1983, Hyderabad, India*. UNEP, Nairobi. pp 793-802.

SALVINIA MOLESTA MITCHELL

P.M. Room

Caracterización

Salvinia molesta, conocida ahora generalmente como salvinia, es un helecho acuático de libre rotación que posee hojas verde-amarillentas a verde oscuro tendidas inmediatamente encima de la superficie de agua, así como raíces filamentosas, pardas, las que flotan en el agua (Foto 5c). Las hojas varían desde círculos planos de 0.5 cm hasta 4 cm de diámetro, dobladas por la nervadura central. Las superficies superiores de las hojas están cubiertas por curiosos pelos en forma de "licuadora de huevo", las raíces generalmente son de 10 a 20 cm de longitud, pero pueden alcanzar hasta 50 cm de longitud en agua con poco contenido de nutrientes. Presenta un tallo o rizoma ramificado que se tiende horizontalmente inmediatamente debajo de la superficie del agua y que porta un par de hojas y un maciso manojo de raíces en cada nudo. El crecimiento se produce en los extremos de las ramas y fragmentos de las plantas, en la medida que las secciones más viejas de los rizomas se mueren y se descomponen.

Como es un helecho, salvinia con frecuencia produce esporocarpios. Estos son pequeñas esferas de alrededor de 3 mm de diámetro que cuelgan en cadenas entre las raíces. Sin embargo, las esporas que ellos contienen son todas estériles y nunca crecen. Como resultado de esto no existe reproducción sexual ni formas latentes de la planta. Esto significa que si cada mínimo fragmento de salvinia es extraído de un estanque, no habrá ninguna reinfestación a partir de las esporas que existen en el agua. También esto significa que cada fragmento de salvinia pertenece al mismo individuo genético, que era probablemente el organismo individual más grande sobre la tierra cuando las infestaciones estaban en su pico, a mediados de los años 80, con un peso de muchos millones de toneladas!

Las mejores condiciones para el crecimiento de salvinia son las temperaturas de alrededor de 30°C, abundante luz solar directa y abundancia de nutrientes en el agua, como son producidas por las salidas de alcantarillados o los arrastres de fertilizantes de la agricultura. Bajo condiciones ideales, la planta puede duplicar su tamaño cada 2-5 días y bajo condiciones tropicales promedio se duplica cada 7 días (Room y Thomas 1986).

Distribución/importancia. Durante los últimos 50 años, salvinia ha sido llevada por el hombre desde su origen en el sudeste de Brasil e introducida en muchos países tropicales de África, Asia y el Pacífico (Room 1990). La planta no causa problemas en Brasil debido a que algunos insectos en ese país están acostumbrados a alimentarse sobre la misma y evitan que prolifere abundantemente. Estos insectos no existen en países donde salvinia ha sido introducida, por lo que allí la planta ha crecido sin restricciones hasta formar gruesos mantos que cubren completamente ríos, lagos, canales y campos de inundación. Estos mantos han impedido que las personas puedan usar embarcaciones, pescar, cultivar arroz y nadar. Malezas gramíneas y otras plantas, incluso pequeños árboles, con frecuencia crecen sobre gruesos mantos de salvinia.



Foto 5c. *Salvinia molesta*



Foto 5d. *Cyrtobagous salviniae*, picudo para el control biológico de *S. molesta*

Estrategias de manejo

Se pueden usar tres técnicas diferentes para controlar salvinia: la extracción física de la planta desde las aguas infestadas, los herbicidas y el control biológico a través del uso de un escarabajo.

La extracción física es útil para pequeñas áreas acuáticas, sobre todo si se puede extraer hasta el último fragmento de salvinia. En grandes cuerpos de agua, la extracción física es usualmente muy costosa debido al gran peso de masa húmeda a ser extraída y a la velocidad a la cual la maleza reconoliza la superficie libre del agua.

El control con herbicidas, tales como diquat, 2,4-D y glifosato puede ser adecuado si el objetivo es erradicar la salvinia de cuerpos de agua de pequeño a mediano tamaño carente de franjas de vegetación que se desarrollen sobre ella, tales como cañuelas, entre las cuales salvinia puede ser no detectada y eliminada. Muchos herbicidas destruyen la planta (Anon. 1977), pero se debe buscar asesoría local para evitar efectos colaterales indeseables como la contaminación del agua donde la salvinia se desarrolla. La contaminación se puede minimizar al mezclar ciertos herbicidas con queroseno para hacerlos flotar y el uso de un agente humectante que asegure un contacto letal con las plantas flotantes (Diatloff *et al.* 1979). El uso de herbicidas generalmente no es práctico ni económico en grandes lagos, ya que bajo condiciones tropicales medias, si no se puede asperjar más de la mitad del área infestada en una semana, el crecimiento ocurrirá más rápidamente que la destrucción de la maleza.

El método de control más económico, que también tiene el menor riesgo de efectos colaterales indeseables, es el control biológico mediante el uso del escarabajo de salvinia, *Cyrtobagous salviniae* (Foto 5d.). Este logro se obtuvo por primera vez en Australia en 1981 (Room *et al.* 1981). El escarabajo fue descubierto en el mismo habitat nativo de salvinia, en Brasil, y después de amplias investigaciones que mostraron que el insecto no se alimenta de ninguna otra planta. Para este propósito 2000 escarabajos de salvinia fueron liberados sobre un manto de salvinia en el Lago Moondarra, en Australia. Durante los 18 meses subsiguientes, los escarabajos se multiplicaron hasta llegar a una cifra superior a 100 millones, población que ingirió hasta 50 000 toneladas de salvinia para limpiar el lago. Posteriormente la mayoría de los insectos murieron por inanición.

Este dramáticamente exitoso control se ha repetido en muchos ríos y lagos en otras partes de Australia y en Papua-Nueva Guinea, India, Sri Lanka, Malasia, Filipinas, Fiji, Botswana, Sudáfrica, Kenya y Zambia. En ningún caso estos escarabajos han atacado a planta alguna, excepto salvinia. Se ha temido que la destrucción rápida de los grandes mantos de salvinia podría liberar suficientes nutrientes para producir el florecimiento de algas u otros problemas de maleza. Esto no ha sucedido porque las salvinias muertas se descomponen y liberan los nutrientes con relativa lentitud.

En la mayoría de los casos el control biológico ha eliminado salvinia completamente de las partes centrales de los cuerpos del agua. Todo lo que queda son pequeños fragmentos de la maleza escondidos entre gramíneas y otro tipo de vegetación que crece en las pequeñas profundidades. Se ha establecido un equilibrio que consiste en "escondidos y búsquedas" entre los pocos escarabajos de salvinia restantes y unas pocas plantas de salvinia, las cuales se hacen más fáciles para los escarabajos encontrar si las plantas

escapan del ataque durante suficiente tiempo para luego crecer moderadamente.

Un análisis económico en Sri Lanka demostró ingresos de \$53 por cada \$1 gastado en el control biológico de salvinia y 1673 horas de mano de obra por cada hora gastada en el control biológico (Doeleman 1989). Los beneficios a nivel mundial son de alrededor de \$200 millones. Los únicos países que se conoce que tienen problemas de salvinia y no han intentado el control biológico, son Indonesia, la República Malgache y Costa de Marfil. Parece no existir suficiente especialización en esos países para reconocer los beneficios que se podrían ganar de aceptar el control biológico de salvinia como asistencia técnica gratuita de parte de Australia.

REFERENCIAS

- Anon. 1977. Selective control of *Salvinia molesta* in rice. *Pest Articles and News Summaries* 23:333-334.
- Diatloff G., A.N. Lee y T.M. Anderson 1979. A new approach for *Salvinia* control. *Journal of Aquatic Plant Management* 17:24-27.
- Doeleman J.A. 1989. Biological Control of *Salvinia molesta* in Sri Lanka: an assessment of Costs and Benefits. *ACIAR Technical Report* 12.
- Room P.M. 1990. Ecology of a simple plant-herbivore system: biological control of salvinia. *Trends in Ecology and Evolution*.
- Room P.M., K.L.S. Harley, I.W. Forno y D.P.A. Sands 1981. Successful biological control of the floating weed salvinia. *Nature* 294:78-80.
- Room P.M. y P.A. Thomas 1986. Population growth of the floating weed *Salvinia molesta*: field observations y a global model based on temperature and nitrogen. *Journal of Applied Ecology* 23:1013-1028.

CAPITULO 7

MALEZAS PARASITICAS

ESPECIES DE *CUSCUTA*

Yang-han Li

Caracterización.

Las especies de *Cuscuta* (ver Fotos 6a., 6b., 6c.), son parásitos de las partes aéreas de otras plantas, incluyendo muchas especies cultivables. El género, que comprende alrededor de 150 especies, a veces es ubicado en la familia Convolvulaceae y ocasionalmente en su propia familia Cuscutaceae. El número de especies que se presentan sobre los cultivos es alrededor de unos 14, entre los cuales *C. campestris* es el más ampliamente propagado y agresivo. La identificación es difícil, la que depende de las características de la inflorescencia y la flor, especialmente el estilo y el estigma.

Después de la germinación se produce una raíz corta e hinchada y un tallo delgado. Una plántula de *Cuscuta* emerge primeramente como un arco, después se endereza y comienza a rotar lentamente con un movimiento contrario a las manecillas del reloj e imperceptiblemente barredor. En esta etapa la planta contiene alguna clorofila y tiene un color verde definido que pronto perderá (Musselman y Sand 1984). Las plantas de *Cuscuta* requieren de luz para rotar, adherirse a plantas hospederas y desarrollarse normalmente (Lane y Kasperbauer, 1965).

Las plántulas de *Cuscuta* emergen típicamente desde una profundidad de 1-2 cm. Sin embargo, Sitkin (1976) informó trabajos sobre la biología de *C. campestris* indicando que esta puede emerger a una profundidad de 10 cm de la superficie del suelo. Si no existe una planta hospederas adecuada a lo largo de 7,5 cm de la planta de *Cuscuta*, ésta morirá por falta de apoyo. *Cuscuta* emite haustorios en forma de punteros que penetran y se conectan con el sistema vascular, los que en lo sucesivo garantizan que la parásita viva completamente a expensas de la planta hospederas. En esta etapa la conexión de la plántula con el suelo se discontinúa. La plántula de *Cuscuta* muere de no lograr conectarse con un hospedero adecuado en pocos días. Después de la adhesión al hospedero, nuevas raíces se desarrollan que crecen rápidamente, hasta 7,5 cm por día, que se adhieren de nuevo a otras plantas hospederas. Una sola planta de estas especies anuales puede propagarse hasta un diámetro de 3 metros o más durante una temporada de desarrollo (Dawson *et al.* 1984).

Cuscuta desarrolla racimos de flores que pueden ser blancas, rosadas o amarillentas. Estas producen abundantes cápsulas (frutas) que contienen semillas que son de gris a pardas, regularmente redondas, con una textura de superficie fina y áspera. En un año sólo una pequeña parte de la población total de semillas en el suelo germina, debido a que la mayoría de las semillas de *Cuscuta* son duras y su tegumento es impermeable al oxígeno y al agua, por lo que su germinación se inhibe. Las semillas de *Cuscuta* tienen considerable longevidad en el suelo y en almacenamiento seco. Krapelyan (1972) mostró que la máxima germinación de diversas especies, incluyendo *C. campestris*, se producía después de cuatro a seis años en el suelo. Menke (1954) informó que bajo condiciones de campo las semillas de *Cuscuta* podían permanecer latentes hasta diez años.

Como las semillas de *Cuscuta* pierden gradualmente su latencia con el tiempo en la medida que su tegumento se hace permeable al oxígeno y al agua, algunas semillas



Foto 6a. Plantas de *Cuscuta japonica* en crecimiento vegetativo



Foto 6b. *Cuscuta japonica* en floración

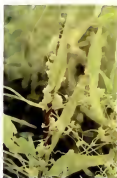


Foto 6c. *Cuscuta campestris*

siempre serán capaces de germinar bajo condiciones favorables. Una vez que un campo ha sido infestado por las parásitas, el problema de *Cuscuta* puede renovarse cada año y durante mucho tiempo, aún sin producirse nuevas semillas.

Distribución/importancia. El género *Cuscuta* tiene una distribución cosmopolita. Las especies se presentan esporádicamente a través de los trópicos húmedos y están ampliamente propagadas en los subtropicos semi-áridos y las áreas templadas donde los cultivos son más frecuentemente atacados. En India, la especie más común es *Cuscuta reflexa* Roxb., plaga frecuente de los árboles y arbustos ornamentales, incluyendo al café y los cítricos, así como de plantas herbáceas. *Cuscuta chinensis* Lam. también aparece como un problema en un grupo de cultivos en India, incluyendo la alfalfa y varias hortalizas, pero *C. campestris* Yunck., de Norte América, es el principal problema en la mayoría de las regiones, que aparece atacando un amplio rango de hospederos que incluye a la alfalfa, la remolacha azucarera, las hortalizas y a veces arbustos, tales como el café.

Cuscuta spp. no presentan especificidad de hospederos (Gaertner, 1950). *Cuscuta europaea* L. se ha encontrado en 237 especies, *C. epithymum* L. en 147 y *C. campestris* en 69. Sitkin (1976) confirmó que la susceptibilidad de los hospederos puede variar con la edad. *C. campestris* puede atacar plantas jóvenes de tomate, pero no plantas con más de 21 días de edad.

Cuscuta spp. no sólo reducen el rendimiento y calidad del cultivo, sino también interfieren en la cosecha mecanizada y elevan el costo de la limpieza de la semilla. Las semillas de *Cuscuta* están totalmente prohibidas al resultar impureza en las semillas agrícolas y el forraje del ganado y están declaradas como malezas nocivas en muchas regiones del mundo.

Métodos de control

Prevención. El principal medio de diseminación hacia áreas nuevas es mediante las actividades humanas. *Cuscuta* se puede propagar de una finca o predio a otra mediante la labranza o la cosecha de un campo infestado de sus semillas y moviendo los equipos hacia otra finca sin limpiarlos minuciosamente. Los campos se pueden infestar de *Cuscuta* a través de la aplicación de estiércol de animales que han comido heno o forraje contaminado con semillas de la parásita.

Es más fácil prevenir el establecimiento de *Cuscuta* que erradicarla después de su aparición. Muchos de los hospederos de *Cuscuta* son especies silvestres que hacen imposible su erradicación y control.

Tratamiento localizado o por manchones. *Cuscuta* aparece primero en un terreno como manchones aislados. Si se toman medidas energéticas para destruir esta infestación inicial, se puede evitar su propagación. Las infestaciones aisladas de *Cuscuta* se pueden controlar mediante una combinación de tratamiento con herbicidas de contacto, corte y quema. El corte tiene que realizarse debajo del punto al cual *Cuscuta* está adherida. Los herbicidas de contacto, tales como paraquat aplicados a los manchones de *Cuscuta* destruirán las plantas verdes, pero no destruyen los tallos basales leñosos de las plantas hospederas en los que algunos de los haustorios están adheridos.

En los cultivos de crecimiento denso, como la alfalfa, se debe tratar más allá de los márgenes de cada manchón para asegurar que se están destruyendo todas las plantas de *Cuscuta*. Se debe visitar nuevamente los campos a intervalos de dos semanas para detectar poblaciones sobrevivientes y controlar cualquier nuevo manchón durante los años subsiguientes.

Tratamiento de campo completo. Infestaciones generalizadas requieren de métodos selectivos para destruir las plántulas de *Cuscuta* antes de su adhesión al hospedero. Como *Cuscuta* generalmente continúa germinando a lo largo de la primavera y el verano se debe lograr un control durante varios meses de cada año. Los métodos disponibles raramente ofrecen un 100% de control de *Cuscuta*. Sin embargo, la combinación de métodos culturales y químicos puede aportar un nivel aceptable de control.

Las plántulas de *Cuscuta* se desprenden fácilmente del suelo mediante la labranza y su muerte se produce por el enterramiento o la desecación. La labranza repetida asegura que ninguna plántula sobreviva. La irrigación a intervalos no frecuentes para producir una superficie seca de suelo también impide la germinación de *Cuscuta*. Durante el tiempo del año en que está presente una densa cubierta del cultivo, el efecto combinado del suelo seco y el sombreado constituyen una parte importante del programa integrado de control de *Cuscuta*.

Cuscuta no parasita la mayoría de las *Gramineae* y, por lo tanto, las reservas de semillas de *Cuscuta* en el suelo se pueden reducir significativamente en dos o más años con la siembra de un pasto o cereal. Las plántulas de *Cuscuta* se adhieren primero a plántulas de malezas de hoja ancha y después parasitan la planta de cultivo, por lo que el control de malezas de hoja ancha constituye una contribución importante al control de *Cuscuta*.

Los herbicidas aplicados al suelo para destruir las plántulas de *Cuscuta* antes que se adhieran a la planta hospedera pueden ser altamente efectivos. Estos incluyen al chlorprophan (CIPC), DCPA (clorthal-dimetil), pronamida (propyzamida), CDEC y dichlobenil. En muchos cultivos estos herbicidas controlan *Cuscuta* selectivamente, mientras que diquat y paraquat son los herbicidas más comunmente usados para la destrucción por contacto de *Cuscuta* en cultivos perennes.

El descubrimiento por Lee y Timmons (1954, 1956) de que chlorprophan a 6 kg/ha destruía selectivamente *Cuscuta* en alfalfa marcó el comienzo del control químico selectivo de esta maleza. Dichlobenil a 2 kg/ha también es efectivo (Dawson 1969). El insecticida carbaryl a 0.8 kg i.a./ha, aplicado con el chlorprophan, extendió el control en uno a dos semanas. Trifluralin y pendimethalin han desplazado ahora en alguna medida el uso de chlorprophan (Dawson, 1990). Dawson (1989) ha demostrado también que glifosato se puede aplicar a la alfalfa a 75-150 g i.a./ha para el control de *Cuscuta* establecida.

La soja es dañada por varias especies de *Cuscuta*. En China la aplicación de una suspensión de conidios de *Collectotrichum gloeosporioides* para el control biológico de *Cuscuta* spp ha resultado ser efectivo. La aplicación de hormonas (0.1 % ANA) para la inhibición de la formación de haustorios también puede controlar selectivamente *Cuscuta*.

REFERENCIAS

- Dawson J.H. 1969. Longevity of dodder control by soil-applied herbicides in the greenhouse. *Weed Science* 17: 295-98.
- Dawson J.H. 1989. Dodder (*Cuscuta* spp.) control in established alfalfa (*Medicago sativa*) with glyphosate and SC-1224. *Weed Technology* 3:552-559.
- Dawson J.H. 1990. Dodder (*Cuscuta* spp.) control with dinitroaniline herbicides in alfalfa (*Medicago sativa*). *Weed Technology* 4:341-348.
- Dawson J.H., F.M. Ashton, W.V. Welker, J.R. Frank y G.A. Buchanan 1984. Dodder and its Control. *U.S.D.A. Farmers' Bulletin Number 2276*, 23 pp.
- Gaertner E.E. 1950. Studies of seed germination, seed identification, and host relationships in dodder, *Cuscuta* spp. *Cornell University Agricultural Experiment Station Memoir* 294, 56 pp.
- Karapetyan N.O. 1972. The effects of depth and duration of burial of dodder seeds in the soil on their germination. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi Nauk (Armyanskoi SSR)* 5:49-54.
- Krohn V. 1934. Kurzer Bericht uber *Cuscuta halophyta* Fries. *Phytopathologische Zeitschrift* 8:505-14.
- Lane H.C. y M.J. Kasperbauer 1965. Photomorphogenic responses of dodder seedlings. *Plant Physiology* 40:109-113.
- Lee W.O. y F.L. Timmons 1954. CIPC gives promise of controlling dodder in alfalfa. Utah Agr. Exp. Sta. *Farm and Home Science* 15:3, 20-22.
- Lee W.O. y F.L. Timmons 1956. Evaluation of pre-emergence and stubble treatments for the control of dodder in alfalfa seed crops. *Agronomy Journal* 48:6-10.
- Menke H.F. 1954. Dodder infestation can halt certified seed production. *Western Feed and Seed* 9:24, 36, 37.
- Musselman L.J. y P.F. Sand 1984. Parasitic spaghetti - the dodders (Genus *Cuscuta*). *Weeds Today* 15:5-6.
- Sitkin R.S. 1976. *Parasite-host interactions of field dodder (Cuscuta campestris)* MSc thesis, Cornell Univ., EE.UU.

ESPECIES DE OROBANCHE

J. Sauerborn

Caracterización

Las especies de *Orobanch* son parásitas de la raíz, que no contienen clorofila, que invaden el tejido radical del hospedero con la ayuda de haustorios para absorber el agua y los nutrientes, casi exclusivamente de plantas hospedantes de hoja ancha. De las más de cien especies en el género *Orobanch* (Orobanchaceae) sólo unas pocas poseen importancia económica como malezas. Las más importantes están relacionadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales especies de *Orobanch*

Especies	Características	Hospederas
<i>Orobanch aegyptiaca</i> Pers. (Foto 7a.)	ramificado hasta 40 cm	tomate, papa, lenteja, repollo
<i>Orobanch ramosa</i> L. (Foto 7b.)	ramificado hasta 40 cm	tomate, tabaco, papa, berenjena, repollo, cañamo, mostaza.
<i>Orobanch crenata</i> Forsk. (Foto 7c.)	ramificado hasta 1.3 m	habas, lenteja, garbanzo, arveja, guisantes, apio, zanahoria
<i>Orobanch minor</i> Sm.	ramificado 10 a 50 cm	alfalfa, trébol
<i>Orobanch cernua</i> Loefl. (Foto 7d.)	ramificado hasta 40 cm	tomate, berenjena, papa
<i>Orobanch cumana</i> Wallr.	ramificado hasta 40 cm	girasol
<i>Orobanch foetida</i> Poir.	ramificado hasta 50 cm	alfalfa, trebol, habas

Distribución/importancia. Cada especie está ampliamente propagada, por ejemplo *O. cernua* desde el Atlántico hasta China, *O. minor* desde Cabo Verde a través de Europa y el norte de África hacia el este hasta el Cáucaso y hacia el sur hasta Mozambique. El comercio y el turismo internacional han ayudado a dispersar las semillas. Las especies



Foto 7a. *Orobanche aegyptiaca*



Foto 7b. *Orobanche ramosa*



Foto 7c. *Orobanche crenata*



Foto 7d. *Orobanche cernua*

de *Orobanch* encontradas en zonas meridionales al ecuador son generalmente especies introducidas, p.ej. *O. minor* en Africa Oriental y Nueva Zelandia, *O. cernua* en Australia Occidental y *O. mutellii* (variante de *O. ramosa*) en Sudáfrica. Junto a cultivos como el cáñamo o sisal, el tabaco y el trébol, *O. minor* y *O. ramosa* fueron diseminadas en Norteamérica. *Orobanch* spp. están actualmente reportados en más de 50 países.

Aunque *Orobanch* spp. actualmente se encuentran por todo el mundo los principales centros de distribución son la región Mediterránea, Europa oriental y Asia occidental, donde alrededor de 16 millones de hectáreas de tierras cultivables están amenazadas (Sauerborn 1991a). La parásita daña al hospedero a través de la extracción de agua, minerales y compuestos orgánicos, por lo que su crecimiento y rendimiento se ve reducido. Varias especies difieren en sus rangos de hospederos y en las épocas de crecimiento. *O. cernua*, *O. cumana*, *O. mutellii* atacan a cultivos de verano y *O. crenata* a los de invierno, mientras que *O. aegyptiaca* y *O. ramosa* atacan a ambos. La magnitud de las pérdidas de los cultivos debido a las parásitas es dependiente del nivel de infestación en el campo. La mayor parte del daño ya está hecho antes de que la parásita emerja sobre la superficie del suelo y puede ser vista por el agricultor. Además, la mayoría de las parásitas adheridas permanecen por debajo de la superficie del suelo y solo del 10 al 30 % de estas emergen. Donde las infestaciones son severas los campos puede que tengan que ser retirados de la producción y abandonados.

Estrategias de manejo

Hasta ahora no se han encontrado medios de control que sean tanto eficaces como económicos. Bajo sistemas de cultivo de bajos insumos, que son típicos de las regiones infestadas, las medidas químicas y físicas más efectivas, pero a la vez costosas, que incluyen la fumigación y la solarización, pueden no estar al alcance de los agricultores. Los métodos culturales, incluyendo la siembra tardía, el uso de cultivos de trampa y captura, el arranque manual son opciones menos costosas para reducir los niveles de la parásita en el suelo y las pérdidas de rendimiento de los cultivos.

Arranque manual. El desyerbe manual puede ser una medida útil de control de *Orobanch*. Desafortunadamente, a menudo éste sólo se inicia por el agricultor después de dos o tres años, cuando la infestación ya ha alcanzado un alto nivel. Para evitar la diseminación es importante iniciar las medidas de control cuando se observe por primera vez la parásita en un campo no infestado previamente. Cuando existen muchas semillas de la parásita en el suelo y el nivel de emergencia es alto, el desyerbe manual se hace particularmente tedioso y laborioso. Sin embargo, el desyerbe manual reduce la producción de nuevas semillas, por lo que la población de éstas puede ser reducida a largo plazo.

El mejor momento para el desyerbe manual es después de la caída de las flores de *Orobanch*, pero antes de que las cápsulas y semillas estén maduras (ICARDA 1989). El desyerbe en etapas más tempranas aumenta la emergencia de plantas y exige repetidas operaciones. Es importante eliminar las parásitas del campo después del desyerbe, ya que *Orobanch* es capaz de producir semillas viables aún después de haberse arrancado las plantas en estadio de floración. El desyerbe manual puede ser un método práctico, particularmente ante un nivel bajo de infestación y en combinación con herbicidas.

Siembra tardía. La siembra tardía del cultivo, como medio de escapar a los peores efectos de la infestación de *O. crenata*, es una técnica tradicional usada por los agricultores en la región Mediterránea. Sin embargo, debido al corto período vegetativo del cultivo, tendrá lugar una reducción de rendimientos, a menos que se utilicen variedades de maduración temprana. Con la siembra tardía de cultivos de invierno, tales como habas, en diciembre-enero, en lugar de octubre-noviembre el número de plantas de *Orobanche* emergidas se puede reducir hasta un 90% y consecuentemente aumentar los rendimientos. La reducción de plantas de *Orobanche* adheridas al cultivo sembrado tardíamente puede ser atribuida a factores ambientales, particularmente a los efectos de la temperatura. La siembra tardía está correlacionada con bajas temperaturas en condiciones Mediterráneas, las que no son óptimas para el crecimiento y desarrollo de la parásita (Sauerborn 1989).

La rotación con cultivos-trampas ofrece cierto potencial para el control de parásitas radicales. Los cultivos-trampas son plantas que estimulan la germinación de las semillas de la parásita, pero que no se autoinfestan, por lo que reducen la población de semillas en el suelo. Las opciones en el uso de cultivos-trampas variarán de acuerdo a la especie de *Orobanche* que se requiere controlar. Estas opciones incluyen linaza, frijol lablab (*Lablab purpureus*), frijol mungo (*Vigna radiata*), culantro o coriandro (*Coriandrum sativum*), alverjana (*Lathyrus ochrus*) y *Vicia* spp. Se puede esperar que tales plantas de cultivo estimulen alrededor de un 30% de germinación de las semillas de *Orobanche*.

El establecimiento de cultivos-trampas en rotación con cultivos susceptibles como mejor se puede usar es como parte de un programa de manejo integrado. Este se recomienda utilizar para evitar el incremento de la población de semillas en el suelo.

Herbicidas. El uso de herbicidas para el control de *Orobanche* no ha sido generalmente aceptado por los agricultores. Además del problema del costo, no se ha encontrado ningún herbicida que brinde un control selectivo perfecto y que garantice un rendimiento normal. Los herbicidas disponibles, p.ej. glifosato o los compuestos imidazolinonas, imazaquin e imazethapyr se pueden usar en leguminosas de período frío y pueden, al menos parcialmente, evitar la emergencia de la parásita y así reducir la producción de semillas. Glifosato se ha usado para el control de *Orobanche* en habas, pero los resultados han sido más bien variables. Un problema para el agricultor es el momento de la aplicación. Por ejemplo, glifosato tiene que ser asperjado sobre la planta hospedera mientras que *O. crenata* está aún en estadio subterráneo, cuando el agricultor aun desconoce el nivel de daños probable. El riesgo de una sobredosis, por una baja infestación de la parásita, es alto. Un mejor conocimiento del nivel de la infestación subterránea es una condición para un control satisfactorio.

La resistencia del hospedero puede ser un medio eficaz para reducir el nivel de reproducción de la parásita. El mejoramiento y selección de variedades resistentes ha tenido cierto éxito en girasol, habas y arveja. Los mecanismos de resistencia a *Orobanche* no se conocen aún completamente. Se ha encontrado en girasol, que la lignificación de las paredes de las células radicales, que obstaculiza la penetración de la parásita, juega un papel importante. La obtención por mejoramiento de variedades resistentes puede ser negativamente afectada por el desarrollo subsiguiente de nuevas razas de *Orobanche*, lo que resulta ser un reto permanente a los mejoradores. Esto ha sucedido, especialmente en el caso de girasol, en Europa Oriental.

Agentes de control naturales. Aún no existen técnicas de control biológico totalmente disponibles. Varios hongos atacan *Orobanche*, entre ellos, *Fusarium oxysporum f. sp. orthoceras* se ha usado con buenos resultados. El hongo causa pudrición en la unión entre el hospedero y la parásita, por lo que detiene el desarrollo de la parásita. La reproducción del hongo es fácil, lo cual se puede realizar sobre granos de cebada esterilizados o sobre una mezcla de harina de maíz y paja desmenuzada. El suelo se inocula con el hongo durante la siembra o el trasplante de un hospedero susceptible. Esta técnica es especialmente útil para el control de *Orobanche* en cultivos de hortalizas de alto valor, por ejemplo, el melón.

El control biológico usando la mosca *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Diptera, Agromyzidae) también puede ser efectivo. La mosca deposita sus huevos dentro de la yema, la flor o el tallo. Las larvas se alimentan principalmente de las cápsulas, pero también en el tallo. La mosca es capaz de destruir hasta el 90% de las semillas de *Orobanche*. El aumento artificial de la población de insectos es necesario se realice mediante la liberación de pupas invernizadas o mediante la cría masiva inmediatamente antes de la emergencia del *Orobanche*. Se ha logrado un exitoso control del *Orobanche* en girasol y melón en Europa del Este mediante la aplicación de este método.

En países con agricultura de bajos insumos las medidas de control de bajo costo son en la actualidad las más factibles de uso. El control integrado, incluyendo la siembra de ciertos cultivos en combinación con una variedad de maduración temprana del cultivo, el desyerbe del *Orobanche* y su posterior extracción del campo, resultarán en una significativa reducción del número de semillas en el suelo y una reducción en las pérdidas de rendimiento.

REFERENCIAS

- ICARDA 1989. Food legume improvement program. *Annual Report*. ICARDA, P.O. Box 5466, Aleppo, Siria, pp 243-266.
- Sauerborn J. 1989. The influence of temperature on germination and attachment of the parasitic weed *Orobanche* spp. on lentil and sunflower. *Angewandte Botanik* 63: 543-550.
- Sauerborn J. 1991a. The economic importance of the phytoparasites *Orobanche* and *Striga*. En: J.K. Ransom, L.J. Musselman, A.D. Worsham and C. Parker (Eds.) *Proceedings, 5th International Symposium on Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya, 1991*, pp 137-143.
- Sauerborn J. 1991b. Parasitic flowering plants in agricultural ecosystems of West Asia. *Flora et Vegetatio Mundi* IX: 83-93.

ESPECIES DE *STRIGA*

L.J. Musselman

Caracterización

Las especies de *Striga* son parásitas de la raíz. Ellas son plantas verdes, capaces de fotosintetizar, pero que obtienen la mayoría de sus nutrientes de las plantas hospederas a las cuales están adheridas a través de raíces especializadas llamadas haustorios. Todo el material que se traslada desde el hospedero hacia la parásita tiene que pasar a través del haustorio, que es el puente fisiológico y morfológico, y la característica sobresaliente de todas las angiospermas parásitas.

Como parásitos, las especies *Striga* poseen una fisiología altamente especializada, con un complejo proceso de germinación que comprende la comunicación química entre el hospedero y la parásita, además de un sistema altamente adaptado para la extracción y metabolismo eficiente de los productos tomados del hospedero. Como malezas estas plantas tienen la habilidad de invadir nuevas áreas, reproducirse rápidamente y ser variables.

Aunque existen hasta 30 especies de *Striga*, solamente unas pocas son de importancia económica. Estas son, en orden aproximado de importancia: *Striga hermonthica* Benth. (Foto 8a.), *S. asiatica* (L.) Kuntze (Foto 8b.), *S. gesnerioides* (Willd.) Vatke (Foto 8c.), *S. forbesii* Benth. y *S. aspera* (Willd.) Benth (Foto 8d.). De menor importancia son *S. densiflora* (Benth.) Benth. y *S. angustifolia* (Don) Saldanha, las cuales no serán discutidas posteriormente. Ocasionalmente se encuentran otras especies sobre los cultivos, pero con poco daño informado.

Distribucion/Importancia. El género es principalmente africano en su distribución. Sin embargo, *Striga* spp. se encuentran también en India, China y el Sudeste Asiático. Dos especies se han introducido en el Nuevo Mundo.

La especie más significativa a nivel mundial es la *S. hermonthica*, que se encuentra a lo largo de las regiones semi-áridas del Este y el Oeste Africano y en la parte sureña de la Península Arábiga. Esta especie ataca los cultivos de cereales de subsistencia más importantes de estas áreas, incluyendo mijo perla, sorgo, maíz y arroz; también caña de azúcar y otros cereales. *S. hermonthica* difiere de la mayoría de las otras especies de *Striga* en que es una planta de polinización cruzada, por lo tanto requiere de un insecto vector para la producción de semillas (Musselman *et al.* 1991). Esto significa que puede existir gran variabilidad inherente dentro de una sola población. Otras *Striga* son autopolinizadas y grandes poblaciones pueden ser genéticamente uniformes.

S. aspera, fácilmente confundida con *S. hermonthica*, es otra especie africana de amplia distribución. Estas presentan diferencias en la forma de la corola, pero lo más significativo posiblemente sea que *S. aspera* crece en pastos nativos, así como en otros cultivos. *S. aspera* también emerge y comienza a florecer mucho más temprano que *S. hermonthica*.

Striga asiatica es la especie más ampliamente distribuida de este género y también la más variada en su morfología y habitat. Esta se encuentra en la mayor parte de Africa, el sur



Foto 8a. *Striga hermonthica*



Foto 8b. *Striga aspera*



Foto 8c. *Striga asiatica*



Foto 8d. *Striga gesneroides*

de la península Arábrica, las islas Mascarene y Madagascar, el subcontinente indio, China, Indonesia, Australia y Filipinas. *S. asiatica* fue accidentalmente introducida en los estados de Carolina, en los EE.UU.

Esta especie es parte de un complejo de taxones que tienen colores de corola variables: blanco, rosado, rojo, amarillo y anaranjado. Investigaciones recientes de K.I. Mohamed indican que muchas de las plantas que actualmente se aceptan como parte de la especie en el sentido amplio, merecen reconocerse como variedades o aún especies diferentes. El taxón virulento, de flores rojas de Africa, puede ser relacionado con *Striga elegans*, el cual se ha diseminado con el avance agrícola. Los taxones nativos, incluyendo a *S. hirsuta*, *S. pubescens*, etc, han sido considerados correctamente como no dañinos a los cultivos. El complejo completo de *S. asiatica* y especies afines está siendo estudiado para aclarar las relaciones dentro del grupo.

Striga gesnerioides es la única especie que no ataca a los cereales, sino a los cultivos de hoja ancha, principalmente el caupí, pero ocasionalmente también al tabaco y a la patata dulce (camote). La diversidad de hospederos en la naturaleza es mucho mayor. Es también una especie rara al carecer de hojas desarrolladas, aunque las escamas y tallos de la planta contienen clorofila. *S. gesnerioides* es la más ampliamente distribuida en Africa, pues se presenta desde Marruecos y las Islas de Cabo Verde hasta las montañas del Mar Rojo de Sudán y al sur hasta Sudáfrica. También se encuentra en el sur de la península Arábrica y en el subcontinente indio y fue introducida en la Florida, EE.UU., aparentemente como un contaminante de las semillas de leguminosas usadas en la recuperación de minas de fosfato. Afortunadamente, los biotipos que atacan al caupí, están ahora limitados al Africa Occidental y Central.

S. forbesii es una especie de flores rosadas con hojas dentadas, algo más anchas que las de *S. hermonthica*, se encuentra solamente en Africa y está restringida a los lugares más húmedos. Se ha informado como un problema en maíz, en Zimbabwe, sorgo en Tanzania y caña de azúcar en Somalia, pero su importancia es mucho menor que la de otras especies anteriormente discutidas.

Las especies *Striga*, aunque capaces de fotosintetizar, extraen fuertemente los carbohidratos, minerales y agua del hospedero. Además, estas especies causan profundos cambios fisiológicos en el hospedero, que pueden resultar en una severa reducción del vigor de la planta, a menudo hasta el límite de la completa destrucción del cultivo. Millones de hectáreas de tierra están afectadas, especialmente en Africa, y como el problema está asociado con suelos infértiles, su propagación e importancia está siendo estimulada por el crecimiento de la población humana y la intensificación de cultivos asociada a este crecimiento.

Estrategias de manejo.

A pesar de un incremento considerable en la conciencia sobre el problema de *Striga*, especialmente en Africa, poco progreso sustancial ha habido en la reducción de los daños de estas malezas. Esto se debe al hecho que las personas más afectadas son los agricultores de subsistencia, pequeños agricultores. La FAO ha desarrollado paquetes para su control, pero estos incluyen el uso de herbicidas, equipos de aplicación y entrenamiento. Como la mayor parte del impacto de *Striga* es sobre el agricultor

pequeño, se ha enfatizado en el desarrollo de variedades de cereales y caupí resistentes al *Striga* de forma tal que no se requieran insumos para el agricultor. Variedades de caupí con inmunidad total a *S. gesnerioides* (y a la fin *Alectra vogelii*) son ya disponibles como resultado de la investigación del IITA e instituciones asociadas (Singh y Emechebe 1992). Líneas de sorgo llamadas RSA, es decir, resistentes a *Striga asiatica*, resultan ser promisorias en India y en el sur de África, pero la resistencia de los cereales no es total y resulta especialmente difícil encontrar resistencia confiable, de alto nivel, a *S. hermonthica*. Sin embargo, los agricultores deben ser aconsejados a cultivar las variedades disponibles con menor grado de susceptibilidad para ser usadas en paquetes integrados, que puede incluir cultivos-trampa, el asocio de cultivos, la fertilización y la extracción manual (incluso herbicidas poco costosos).

Los cultivos trampa estimulan la germinación de *Striga* y no son atacados por las parásitas, por lo que es posible rotar estos cultivos con cereales susceptibles para inducir germinación suicida. El asocio de leguminosas, tales como cacahuate o caupí, entre los surcos de los cereales puede reducir significativamente el número de plantas de *Striga* que llegan a la madurez. El fertilizante, especialmente el nitrógeno, tiende a reducir, o al menos retrasar la emergencia de *Striga* y se puede usar para reducir más aún el número de parásitas que necesitan ser extraídas manualmente, para así evitar la producción de semillas. La extracción manual no es una solución para altas infestaciones, pero debe ser estimulada a fin de evitar que infestaciones nuevas o ligeras aumenten en su población, así como parte de métodos integrados de control de infestaciones moderadas. Las plantas que son extraídas dentro de 2-3 semanas del comienzo de la floración deben ser sacadas fuera del campo y quemadas de forma tal que no produzcan y arrojen sus semillas al suelo. El ganado no debe pastar plantas de *Striga*, ya que las semillas pasan a través del animal y se distribuyen en el estiércol. Donde esté disponible y sea factible para el agricultor, el herbicida 2,4-D se puede usar antes de la floración de *Striga*, como alternativa a la extracción manual, pero en ocasiones puede necesitar de una segunda aplicación. Tampoco el 2,4 D es seguro para su uso en asocio de cultivos de cereales y leguminosas. Cualesquiera que sean los métodos a utilizar, el objetivo ideal tiene que ser evitar toda producción de semillas de *Striga*. Un control continuado más allá de la cosecha es posible que sea necesario.

REFERENCIAS

- Musselman L.J., Bharathalakshmi, S.B. Safa, K.I. Mohamed y C.L. White 1991. Recent research on the biology of *Striga asiatica*, *S. gesnerioides* *S. hermonthica*. En: S.K. Kim (Ed.) *Combating Striga in Africa. Proceedings, International Workshop, Ibadan, 1988*. IITA, Ibadan, pp 31-41.
- Singh B.B. y A.M. Emechebe 1992. Breeding for resistance to *Striga* y *Alectra* in cowpea. *IITA Research*, 4:5-8.

CAPITULO 8

PRACTICAS CULTURALES PARA EL MANEJO DE MALEZAS

PRÁCTICAS CULTURALES PARA EL MANEJO DE MALEZAS

M.D. Shenk

INTRODUCCION

Las definiciones y terminologías asociadas con el manejo de malezas son preocupantemente variables y, sin embargo, considerablemente similares. Akobundu (1978, 1987) discute el control de malezas bajo cuatro "métodos": preventivo, cultural, biológico y químico. Anderson (1983) relaciona bajo el término "técnicas" de control de malezas a los controles preventivo, cultural, físico, biológico y químico. Ross y Lembi (1985) presentan la misma relación como "métodos" o "técnicas" de control de malezas. Rao (1983) agrupa los diversos métodos de control de malezas bajo estas tres "amplias categorías": mecánica, biológica y química. De Datta (1978, 1981) agrupa los "factores" del control de malezas como métodos sustitutivo, preventivo, complementario y directo.

Akobundu (1987) afirma que "el manejo cultural de malezas incluye a todos los aspectos de una buena atención al cultivo con vistas a minimizar la interferencia de las malezas en éstos. El incluye al desyerbe manual, mecánico, la labranza, la quema, la inundación, el acolchado (con materiales no vivos) y la rotación de cultivos como ejemplos de manejo cultural de malezas. Koch y Kunisch (1989) ofrecen un listado similar bajo el término de control cultural, agregando la prevención de la dispersión de las semillas, el momento de la plantación, las distancias de plantación y el cultivo intercalado. Akobundu (1987) relaciona la prevención de la dispersión de semillas bajo "método preventivo" de control de malezas.

Muzik (1970) menciona sólo tres métodos de control de malezas, que incluyen el físico, el químico y el biológico. El considera como "control físico" a la mayoría de los métodos o técnicas que Akobundu (1987) y Koch y Kunisch (1989) relacionan bajo métodos cultural y biológico. Muzik brinda especial atención a la competencia de un cultivo vigoroso, incluyendo aquellos aspectos que podrían incluirse bajo buenas atenciones al cultivo. Shetty (1986) discute mucho sobre estos mismos principios bajo el concepto de enfoque de manejo del hábitat en el control de malezas".

Gupta y Lambda (1978) dedican un capítulo al control de malezas mediante la buena atención al cultivo. Ellos comienzan la discusión declarando que la buena atención de los cultivos en más de la mitad del control de malezas en las tierras de cultivo. Mientras directamente ello propicia el crecimiento saludable de los cultivos, indirectamente mantiene un ambiente lo más desfavorablemente posible para las malezas. Anderson (1983) refleja este punto de vista cuando declara que "el método cultural de control de malezas utiliza las prácticas comunes al buen manejo de la tierra y el agua". Rao (1983) escribe "el objetivo principal de un sistema de manejo de malezas es mantener un medio ambiente que sea tan adverso a las malezas como sea posible mediante el empleo de medidas, tanto preventivas como de control, a través del uso de métodos mecánicos, biológicos y químicos, solos o combinados". Mercado (1979) discute juntos los métodos cultural y ecológico, porque "cualquier cambio en el método cultural afecta esencialmente la ecología, tanto del cultivo como de la maleza. A través de este método se alteran las condiciones del crecimiento con el propósito de inhibir, directamente, la población de malezas mediante la reducción la fuerza competitiva, o indirectamente,

mediante el estímulo al crecimiento de las malezas en un período específico, durante el cual se pueden aplicar métodos más directos de control.

Definición. Prefiero la definición más estrecha de control cultural de malezas dada por Burrill y Shenk (FAO 1986) "este incluye cualquier práctica de atención o manejo que aumente la capacidad de los cultivos para competir con las malezas. El control cultural es básicamente el arte de manejar la vegetación...". Sin embargo, con nuestro enfoque sobre el manejo de las malezas en la agricultura de bajos insumos ampliaré esta definición de control cultural para incluir prácticas también dirigidas hacia las malezas, que favorecen la habilidad competitiva de los cultivos, tales como los métodos físicos.

Fundamento Ecológico del Control Cultural de Malezas. Las prácticas culturales para el manejo de malezas deben basarse en el concepto del nicho ecológico. Un nicho es la situación de una especie en una comunidad en cuanto a sus relaciones espaciales, temporales y tróficas (nutricionales) con otras especies coexistentes, o más sencillamente "un espectro de recursos y su utilización (Pianka 1976, citados por Oka y Morishima 1982). El concepto de nicho denota especialización, y esta especialización probablemente es el resultado de la competencia en una comunidad (Oka y Morishima 1982; Radosevich y Holt 1984). Conceptos claves en esta afirmación son la coexistencia de especies y la competencia de especies en una comunidad.

De acuerdo con el principio de exclusión competitiva de Gause (citado por Radosevich y Holt 1984), si dos especies están en competencia directa, una de ellas deberá dirigirse a su extinción local. Pero si las especies difieren en sus requerimientos de recursos o especialización (competencia menos directa), es posible que ellas coexistan, como es el caso de muchos complejos malezas/cultivo. Sin embargo, la productividad de la especie cultivada es generalmente el objetivo en la agricultura y necesitamos evitar el costo de la coexistencia con las malezas. Por lo tanto, el manejo de la maleza deberá maximizar los recursos destinados a las plantas de cultivo y minimizar aquéllos disponibles para las malezas.

PRACTICAS CULTURALES

Prevención

Un paso importante en la evitación de la competencia por recursos con los cultivos es evitar la presencia de malezas. El control preventivo intenta minimizar la introducción, establecimiento y diseminación de malezas hacia nuevas áreas (Anderson 1983; Stroud 1989; Gupta y Lamba 1978; Schlesselman *et al.* 1985; Sen 1981) y evitar la producción de semillas en las plantas existentes (Akobundu 1987; Muzik y Shenk 1986; Rao 1983; Ross y Lembi 1985).

La evitación de la introducción de semillas y propágulos de malezas hacia nuevas áreas incluye el uso de semillas y posturas de trasplante libres de semilla u otros propágulos de malezas (semillas certificadas y posturas de trasplante libres de tierra ayudan al logro de este objetivo). La colocación de cribas y trampas en los canales de irrigación, la limpieza de los márgenes de campos y canales, vehículos, carretas de tiro animal, equipos de labranza y cosechadoras son medidas preventivas prácticas. La cuarentena a los animales de granja durante 48 horas antes de moverlos de un campo a otro también

puede evitar la diseminación de las semillas viables de malezas en los excrementos, en el pelo y la lana. La cuarentena y la inspección legal deben ir dirigidas a la prevención de la entrada al país de nuevas malezas, así como también, a prevenir la propagación de las especies existentes.

Una práctica cultural altamente efectiva es evitar la producción de semillas durante y después del ciclo de cultivo. En muchos países las malezas son consideradas una importante fuente de forraje para los animales después de las cosechas. Así se realizan pocas labores de desyerbe en el cultivo y se acepta la coexistencia entre éste y las malezas. Desgraciadamente, muchas malezas producen semillas abundantes durante el pastoreo posterior a la cosecha, asegurando una alta población en el banco de semillas del suelo y abundantes malezas en los cultivos subsiguientes.

En Malawi, una maleza de la familia Solanaceae (probablemente *Datura* o *Nicandra* sp.), florece y produce un número moderado de semillas durante las 5 o 6 semanas inmediatamente después de la cosecha del maíz (observación personal). Los agrónomos locales, estuvieron de acuerdo en que el corte de esta planta poco después de la cosecha evita la producción de semillas y, eventualmente, reduciría significativamente sus poblaciones. Sin embargo, en esta área, los dos meses siguientes a la cosecha son dedicados a actividades no agrícolas, tales como bodas, celebraciones cívicas, religiosas y disfrute de vacaciones. De aquí que los agricultores descuiden el control de esta maleza. Esta observación y explicación podría repetirse en muchas áreas agrícolas de pequeños agricultores.

En ambos casos anteriores, con recursos adicionales limitados la prevención de la producción de semillas durante varios años podría reducir con efectividad la producción de malezas. Sin embargo, ambos casos "extenderían" la duración del período normal de desyerbe. La puesta en práctica de estos pequeños cambios dependen de cambios de actitudes y costumbres que tienen raíces antropocéntricas profundas. La necesidad de promover esta simple, pero difícil, práctica de extender el período de manejo es sugerida en la siguiente afirmación de William (1981): "los límites (temporales y espaciales) de un cultivo son más amplios de lo que comunmente percibe la mayoría de los agricultores y horticultores. Con pocas excepciones, las estrategias complementarias en el manejo del cultivo y las malezas comprenden interacciones durante todo el año y ciclo de vida, dentro y alrededor de los campos de cultivo. La especificidad y períodos de desarrollo entre las especies interactuantes parecen ser criterios importantes en el manejo exitoso de estas estrategias en los sistemas de cultivos hortícolas".

Interferencias de los cultivos (competencia y alelopatía).

Multicultivos. El aumento de las densidades de los cultivos a través de la reducción del espaciamiento entre surcos y dentro de los surcos o a través del intercalamiento de cultivos, reduce efectivamente los nichos disponibles para las malezas (Akobundu 1987, 1978; Anderson 1983; Bantilan *et al.* 1974; Deat *et al.* 1978; De Datta 1981; Haizel 1978; Mercado 1979; Moody 1978; Nangju 1978; William 1981; William y Chiang 1980). Muchos agricultores asiáticos usan sistemas intensivos de cultivo, combinando intercalamiento y relevo de cultivos, produciendo hasta seis cosechas por año. En sistemas de cultivo intensivo, las malezas son a menudo un problema insignificante

(William 1980; Shetty 1986). Sin embargo, las poblaciones altas y los sistemas intensivos de cultivo, dependen de la adecuada humedad y fertilidad del suelo. Así para muchos agricultores en condiciones áridas, ésta es una opción limitada.

Selección de la especie y variedad. El uso de especies o variedades agresivas puede ser una práctica cultural efectiva en la inhibición de las malezas. Moody (1978) comunicó que el frijol mungo era superior al caupí en la supresión de malezas, tanto en el cultivo puro como cuando intercalado con sorgo. Muzik (1970) relaciona varios cultivos en orden descendente de habilidad competitiva con la avena silvestre: centeno, trigo, guisante y lentejas. De Datta (1981) y Tollervey *et al.* (1980) afirman que las variedades mejoradas de arroz de porte bajo son menos competitivas que las variedades tradicionales de mayor porte, especialmente con altos niveles de fertilización. Así, la modernización que incluye estos dos factores conlleva una demanda acompañante por un mayor manejo de las malezas.

Espaciamiento de los cultivos y manipulación del follaje. La manipulación de las densidades de las plantas y el espaciamiento entre surcos para lograr un sombreado rápido por el follaje de los cultivos es especialmente importante en los de ciclo corto (Ross y Lembi 1985). Investigaciones del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (Nangju 1978) encontraron diferencias dramáticas en las habilidades competitivas de diversas variedades de caupí y soya. La reducción de rendimientos en el testigo enhierbado de la variedad de caupí VITA-1 fue de un 25%, mientras en la TVx-1G fue de un 54%. Las pérdidas producidas en soya con un espaciamiento entre plantas de 5 cm por 75cm, fueron de 69, 53 y 42% respectivamente, con las variedades Williams, Bossier, y Jupiter. Con espaciamiento entre plantas de 5 cm x 37.5 cm las pérdidas fueron de 24, 17 y 36 por ciento, respectivamente. Las características de las plantas cultivadas asociadas con la habilidad competitiva contra las malezas fueron la altura, forma y tamaño de la hoja y el índice del área foliar (IAF). Moody (1986, 1978); Moody *et al.* (1986) y Sweet y Minotti (1978) afirmaron que el IAF y la altura son factores importantes en la competitividad de los cultivos, siendo el primero más importante que el segundo. Una variedad de baja estatura que produce abundante follaje, a menudo compite mejor que una variedad semejante alta. La altura del cultivo y el IAF son altamente influidos por las prácticas de manejo (de atenciones al cultivo). Akobundu (1987) y Rao (1983) consideran la manipulación del follaje de las plantas como control biológico, en lugar de cultural, como hacemos aquí.

Coberturas vivas/cultivos supresores. Cobertura viva es la siembra de cultivos alimenticios con, o entre, especies ya existentes, que tienen valor como alimento o forraje (Akobundu 1987; Stroud 1989). La cobertura viva reduce los nichos disponibles a las malezas y, en el caso de las leguminosas, puede además aportar nitrógeno al cultivo. La competencia de las especies de cobertura es a menudo regulada por la siega o corte, o controlada químicamente por herbicidas que retardan su crecimiento y desarrollo durante el ciclo de cultivo.

Cuando se mantienen en poblaciones densas, algunos cultivos son suficientemente agresivos como para inhibir el desarrollo de muchas malezas. Estos se denominan a menudo cultivos supresores y pueden incluir alfalfa, alforfón (trigo sarraceno), sorgo, pasto de Sudán, centeno, trébol, trébol oloroso y aún maíz de ensilaje. Akobundu (1987) aplica el término cultivo supresor a lo que yo llamé intercalamiento, donde cultivos de

maduración temprana, tales como caupí y frijol mungo son intercalados con cultivos anuales, tales como sorgo y maíz.

Otros cultivos supresores que se pueden utilizar en situaciones de barbecho incluyen *Centrosema pubescens* Benth., *Mucuna* spp., *Pueraria* spp., y *Psophocarpus palustris* Desv. Estas leguminosas agresivas pueden producir una cobertura completa del suelo, inhibir las malezas, evitar la erosión del suelo y aportarle nitrógeno y materia orgánica (Akobundu 1987).

Período de Plantación

El período o momento de la plantación o siembra puede influir significativamente en la habilidad competitiva de un cultivo. Si en California se siembra la alfalfa en otoño, debido a las temperaturas frías del otoño y el invierno, el cultivo crecerá un poco hasta la primavera. Sin embargo, las malezas anuales de invierno prosperan durante este tiempo y el cultivo sufre de severa competencia si no se usan herbicidas. La siembra de la alfalfa en la primavera evita este largo período de lento crecimiento con el resultado de una menor competencia de las malezas (Schlesselman *et al.* 1985). En el norte semi-tropical de la Florida, EE.UU., las anuales de invierno, como *Cerastium glomeratum* Thuillier, *Geranium carolinianum* L., *Plantago virginica* L., y *Rumex hastatus* Baldw., eran especies dominantes cuando se araban los campos en abril, junio y agosto. Con la arada en octubre, diciembre o febrero predominaba *Ambrosia artemisiifolia* L. *Solidago altissima* predominaba en campos no labrados o en los arados en diciembre (Altieri y Whitcomb 1979).

El trasplante es otro medio de brindar al cultivo una ventaja decisiva sobre las malezas. De Datta (1981) afirma que la reducción de rendimiento producida por la competencia de malezas fue 24% mayor en el arroz sembrado directamente, que en el arroz trasplantado.

Enmiendas del suelo

El uso de enmiendas, tales como el estiércol de granja, fertilizantes inorgánicos, cal, azufre y yeso, afectan grandemente la habilidad competitiva de los cultivos o puede reducir la adaptabilidad de las malezas. Cualquier práctica que favorezca el desarrollo del cultivo puede dar ventaja a éste sobre las malezas asociadas. La colocación de fertilizantes en el surco, en lugar de al voleo, favorece más al cultivo que a las malezas del entre-surco, aumentando la efectividad de este escaso y costoso recurso (De Datta 1981; FAO 1989, 1986; Gupta y Lamba 1978; Rao 1983; Shenk 1979). El estiércol deberá ser procesado como compost para destruir cualquier semilla de maleza viable que contenga.

Manejo del agua

El manejo del agua (de drenaje o irrigación) es una importante práctica cultural que afecta directamente al cultivo y a las malezas. El riego por goteo tiene un efecto similar al de la colocación del fertilizante; favoreciendo al cultivo y no a las malezas alejadas de la zona irrigada. Esta técnica no está al alcance de los agricultores de bajos insumos, pero el riego desde un receptáculo sencillo se puede limitar al área inmediata de la

planta. La inundación es también una práctica efectiva de control de muchas malezas, de vital importancia en extensas áreas arroceras.

El drenaje de áreas húmedas frecuentemente elimina ciertas malezas acuáticas o semi-acuáticas. Sin embargo, estas áreas bajas suelen ser la única fuente de agua para mantener un sistema de inundación para agricultores de recursos limitados. El drenaje de las áreas bajas es también un problema ecológico.

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una práctica cultural mencionada por muchos autores (Akobundu 1987; Anderson 1983; De Datta 1981; Burrill y Shenk 1986; Stroud 1989; Koch y Kunisch 1989; Gupta y Lamba 1978; Rao 1983; Ross y Lembi 1985; Schlesselman *et al.* 1985; Sen 1981). Ciertas malezas tienden a asociarse con determinados cultivos. Si el mismo cultivo se desarrolla continuamente durante varios años, estas malezas pueden alcanzar altas poblaciones. El cambio a un cultivo diferente interrumpe este ciclo, y cambia la presión de selección por determinadas especies. La rotación de cultivos permite usar herbicidas diferentes. Es aconsejable usar cultivos con agudos contrastes en sus características biológicas y requerimientos agronómicos, tales como tipo de planta (leguminosa contra gramínea), ciclo de vida (anual contra perenne), momento de siembra (período frío contra período cálido, período húmedo contra seco), requerimientos agronómicos (alta fertilidad contra baja fertilidad, irrigado contra secano) y requerimientos de control de malezas (cultivo de alto valor con un manejo intensivo de las malezas contra bajos requerimientos de manejo de malezas).

Fuego

La quema es una de las prácticas de control de malezas más antiguas conocidas. Su uso principal es para eliminar el exceso de vegetación. La quema destruye muchas malezas, enfermedades e insectos, devuelve el N y P fijados al suelo y aumenta su pH. La quema requiere pocos insumos, aparte de cortar la vegetación indeseable y dejarla secar para que se queme mejor. Sin embargo, la quema conduce a la pérdida de materia orgánica y nutrientes solubles del suelo e incrementa la erosión del suelo en terrenos con pendiente, alomados. Las quemas no controladas pueden dañar la fauna y las especies de plantas deseables. Si las temperaturas no son suficientemente altas, la quema en lugar de destruir ciertas semillas en el suelo, en realidad estimulará su germinación. El uso repetido del fuego puede cambiar la vegetación a especies resistentes al fuego, tales como *Daniellia oliveri* Rolfe, *Terminalia glaucescens* Planch., *Isobertinia* spp., *Cassia* y *Acacia* spp. (Akobundu 1987).

Acolchados

Además del uso de coberturas vivas, discutido anteriormente, el uso de acolchados inertes o no vivientes puede ser muy útil. El material vegetal usado como acolchado incluye residuos de cultivos, tales como maíz, sorgo, arroz y otros cereales, malezas cortadas, especialmente de gramíneas, tales como *Panicum* spp. y *Paspalum* spp., y residuos de cultivos perennes, como banano, bagazo de caña de azúcar, cáscaras de coco y diversas especies de palma. Aserrín y hasta papel se usan como acolchado. Las cubiertas inhiben la germinación de las semillas de malezas y retardan el crecimiento y desarrollo de

muchas malezas, reducen la temperatura y la erosión del suelo, y conservan su humedad. Sin embargo, no se deben usar especies como *Pennisetum* spp., que emiten raíces adventíceas en los nudos del tallo, ya que ellas mismas se convertirán en serias invasoras. Los acolchados también crean condiciones ideales para muchas plagas, tales como babosas (Mollusca y Gastropoda) que pueden aumentar el daño en ciertos cultivos (Shenk y Saunders 1984; Shenk *et al.* 1983).

El uso de acolchados de polietileno (plásticos) relativamente costoso está comúnmente restringido a cultivos de alto valor. El plástico transparente presenta la ventaja potencial de la solarización del suelo. Esta técnica comprende la colocación de un plástico transparente sobre un suelo labrado y húmedo, el cual se debe mantener en su lugar por el transcurso de aproximadamente cuatro semanas, durante una período de alta radiación solar. Con las temperaturas de suelo suficientemente altas logradas, se destruyen muchas semillas de malezas, enfermedades y nemátodos. Las elevadas temperaturas también predisponen a algunas especies de plagas a ataques patogénicos secundarios (Schlesselman *et al.* 1985).

Conclusiones

En décadas recientes la investigación sobre el manejo de malezas ha estado a menudo enfocado hacia el uso de productos agroquímicos. Las prácticas culturales para el manejo de malezas, cuando sean apropiadas, tienen que ser revalorizadas y promovidas para agricultores de todos los niveles de recursos. Las prácticas culturales son compatibles con las técnicas y estrategias de manejo integrado de plagas y generalmente son ambientalmente seguras. Las prácticas de manejo cultural de malezas son más accesibles al gran número, a nivel mundial, de agricultores de bajos recursos y debe permitirles continuar siendo los principales productores de una significativa proporción de los cultivos alimenticios básicos en las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

REFERENCIAS

- Altieri M.A. y W.H. Whitcomb 1979. Manipulation of insect populations through seasonal disturbance of weed communities. *Protection Ecology* 1:185-202.
- Akobundu I.O. 1987. *Weed Science in the Tropics Principles and Practices*. John Wiley & Sons, Chichester. 522 pp.
- Akobundu I.A. 1978. Weed control strategies for multiple cropping systems of the humid and subhumid tropics. pp 80-98. En: I.O. Akobundu, (Ed.) *Weeds and Their Control in the Humid and Subhumid Tropics. Proceedings Series No. 3*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan. 421 pp.
- Anderson W.P. 1983. *Weed Science Principles*. 2nd. edition West Publishing Company, St.Paul. 655 pp.
- Bantilan R.T., M.C. Palada y H.R. Harwood 1974. Integrated weed management: I. Key factors affecting crop-weed balance. *Philippine Weed Science Bulletin* 1:14-36.
- Burrill L. y M. Shenk 1986. *Instructor's Manual for Weed Management*. FAO Training Series No. 12. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Roma. 149 pp.
- Deat M., G. Sement y P. Fontenay 1978. Role of the preceding crops on weed infestation of cotton in a crop rotation system. pp 305-311. En: I.O. Akobundu (Ed.) *Weeds and Their Control in the Humid and Subhumid Tropics. Proceedings*

- Series No. 3. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan. 421 pp.
- De Datta, S.K. 1978. Weed problems and methods of control in tropical rice. pp 9-44. En: K. Moody (Ed.) *Weed Control in Tropical Crops*. Weed Science Society of the Philippines/Philippine Council for Agriculture and Resources Research, Los Baños. 203 pp.
- De Datta, S.K. 1981. *Principles and Practices of Rice Production*. John Wiley & Sons, Nueva York. 618 pp.
- Haizel K.A. 1978. Weed competition in mixed cropping systems. En: I.O. Akobundu (Ed.) *Weeds and Their Control in the Humid and Subhumid Tropics. Proceedings Series No. 3*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan. pp 109-114.
- Koch, W. y M. Kunisch 1989. Principles of Weed-management. *PLITS* 7(2). Universitat Hohenheim, Stuttgart. Josef Margraf, Weikersheim. 85 pp.
- Gupta O.P. y P.S. Lamba 1978. *Modern Weed Science*. Today and Tomorrow's Printers & Publishers, New Delhi. 481 pp.
- Mercado B.I. 1979. *Introduction to Weed Science*. Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, Los Baños. 292 pp.
- Moody K. 1986. Weed control in intercropping in the Philippines. En: K. Moody (Ed.) *Weed Control in Tropical Crops, Vol. II*. Weed Science Society of the Philippines/Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, Los Baños. pp 122-152.
- Moody K. 1978. Weed control in intercropping in tropical Asia. En: I.O. Akobundu (Ed.) *Weeds and Their Control in the Humid and Subhumid Tropics. Proceedings Series No. 3*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan. pp 101-108.
- Moody K., R.P. Robles y E.T. Floresca 1986. Weed control in legumes in the Philippines. En: K. Moody (Ed.) *Weed Control in Tropical Crops, Vol. II*. Weed Science Society of the Philippines/Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, Los Baños. pp 212-267.
- Muzik T.J. 1970. *Weed Biology and Control*. McGraw-Hill Book Company, Nueva York. 273 pp.
- Nangju D. 1978. Effect of plant density, spatial arrangement, and plant type on weed control in cowpea and soybean. En: I.O. Akobundu (Ed.) *Weeds and Their Control in the Humid and Subhumid Tropics. Proceedings Series No. 3*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan. pp 288-299.
- Oka H.-I y H. Morishima 1982. Ecological genetics and the evolution of weeds. En: W. Holzner and M. Numata (Eds.) *Biology and Ecology of Weeds*. Dr. W. Junk Publishers, La Haya. pp 73-89.
- Radosevich S.R. y J.S. Holt 1984. *Weed Ecology Implications for Vegetation Management*. John Wiley & Sons, Nueva York. 265 pp.
- Rao V.S. 1983. *Principles of Weed Science*. Oxford & IBH Publishing Co., Nueva Delhi. 541 pp.
- Ross M.A. y C.A. Lembi 1985. *Applied Weed Science*. Burgess Publishing Company, Minneapolis. 340 pp.
- Schlesselman J.T. G.L. Ritenour y M.M.S. Hile 1985. Cultural and Physical Control Methods. En: K. Moody (Ed.) *Principles of Weed Control in California*. Thompson Publications, Fresno. pp 35-49.
- Sen D.N. 1981. *Ecological Approaches to Indian Weeds*. Geobios International, Jodhpur. 301 pp.
- Shenk M.D. 1979. *Weed Control Program Progress Report*. Oregon State University/Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza Weed Control

- Project. CATIE, Turrialba.
- Shenk M.D. y J.L. Saunders 1984. Vegetation management systems and insectresponses in the humid tropics of Costa Rica. *Tropical Pest Management* 30:186-193.
- Shenk M.D, J. Saunders y G. Escobar 1983. Labranza Mínima y no Labranza en Sistemas de Producción de Maíz (*Zea mays*) Para Areas Tropicales Húmedas de Costa Rica. *Serie Técnica Boletín Técnico* No. 8. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba. 45 pp.
- Shetty S.V.R. 1986. Weed control in multiple cropping systems. En: K. Moody (Ed.) *Weed Control in Tropical Crops, Vol. II*. Weed Science Society of the Philippines/Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, Los Baños. pp 92-121.
- Stroud A. 1989. *Weed Management in Ethiopia; an Extension and training manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 237 pp.
- Tollervay F.W., O. Paniagua B. y G. Gonzalez B 1980. Herbicide trials in annual crops in Santa Cruz, Bolivia. *Informe-Reporte* No. 11. CIAT/Misión Britanica Cooperación Tropical, Santa Cruz. 28 pp.
- William R.D. 1981. Complementary interactions between weeds, weed control practices, and pests in horticultural cropping systems. *Horticultural Science* 16:508-513.
- William R.D. y M.Y. Chiang 1980. Weed management in Asian vegetable cropping systems. *Weed Science* 28:445-451.

CAPITULO 9

CONTROL BIOLOGICO DE MALEZAS

CONTROL BIOLÓGICO DE MALEZAS

M.J.W. Cock

INTRODUCCION

En el contexto de la presente reseña los sistemas agrícolas de bajos insumos se entenderán aquellos representativos del agricultor de subsistencia, o sea de aquél que posee una pequeña finca, donde ella (o él) intenta cultivar alimentos para sí y su familia. En el mejor de los casos, el agricultor podrá cultivar una pequeña cantidad de cultivos para la venta y probablemente también llevará (o deseará llevar) la cría de algunos animales. Su presupuesto así estará bien balanceado, de manera que pueda adquirir, al menos, los insumos más esenciales para el proceso agrícola y la protección vegetal. Ningún intento se hace de cubrir en esta reseña la situación que pueda surgir en áreas de grandes pastizales o sistemas de plantaciones de cultivos, que pudieran también entenderse como agricultura de bajos insumos.

Existe una extensa literatura publicada relacionada con el control biológico de malezas, que incluye algunas reseñas excelentes (Clausen 1978; Harris 1991; Schroeder 1983; Wapshere *et al.* 1989). Harley y Forno (1992) han publicado una guía útil y actualizada de esta práctica. Aunque algunas de estas reseñas están más dirigidas a los trópicos (p.ej. Cock 1986; Evans 1991), ninguna examina específicamente el potencial y el uso del control biológico de malezas en el contexto de los sistemas de agricultura de bajos insumos.

En amplios términos, el control biológico puede definirse como el uso de organismos vivos para el control de plagas. Algunas estrategias diferentes para el uso de estos organismos vivos (enemigos naturales) pueden reconocerse, y en este sentido, el objeto de la discusión que a continuación se expone va dirigido al control biológico clásico, aumentativo y el natural, así como su aceptación para su uso en los sistemas agrícolas de bajos insumos.

Los enemigos naturales utilizados para el control biológico de malezas son aquellos que atacan las malezas, ya sea ingiriendo la masa vegetal por el animal liberado (usualmente insectos, pero también puede incluir ácaros, nemátodos, etc.), o por enfermedades de las plantas, particularmente hongos (Evans 1987a). La mayor parte de las investigaciones en el pasado se ha dirigido a malezas dicotiledóneas (Julien 1992), pero en años recientes la atención se ha dirigido a las especies monocotiledóneas, particularmente para la evaluación de los agentes fungosos de control potenciales (Evans 1991).

CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO

Este método se basa en la introducción de enemigos exóticos naturales en áreas, donde anteriormente no estaban presentes, para el control de una maleza específica. Por lo general el método se aplica, pero no siempre es el caso, a malezas exóticas. Esto se debe a que una maleza exótica es normalmente introducida en una nueva área libre de sus enemigos naturales normales, lo que crea un desbalance ecológico que posibilita su reproducción y diseminación con mucho más éxito que en su región de origen, donde es atacada por un número de enemigos naturales que reducen su competencia. Esta

introducción de enemigos naturales, traídos del área de origen de la maleza a su nuevo habitat exótico, es la que permite el control exitoso de la maleza y la restauración del balance natural.

Naturalmente, no todas las especies fitófagas de malezas que se encuentran en el área de origen de la planta indeseable son objeto de introducción. Se suelen introducir sólo aquéllas que han pasado satisfactoriamente su evaluación en pruebas de especificidad al efecto. Este procedimiento, el cual se basa en pruebas de inanición y de selección utilizando un rango diverso de plantas cultivables similares a la maleza y de importancia económica, aparece resumido en varias reseñas (p.ej. Wapshere 1974; 1989; Weidemann y Tebeest 1990) y en una hoja informativa del IIBC (IIBC 1986). La introducción de un agente de control biológico no se aprueba para su ulterior liberación en nuevas áreas hasta que se haya demostrado, más allá de las dudas razonables, que no representa ningún riesgo al hombre, sus cultivos, animales o ambiente.

Cualquier agente de control biológico que logre satisfacer este protocolo será considerado como hospedante específico. Se podría argumentar que este método será realmente poco ventajoso en la agricultura de subsistencia, ya que al nivel de la pequeña finca el desyerbe de malezas se realizará manualmente por el propio agricultor, mientras que un agente de control muy efectivo sólo eliminará a una maleza específica, lo cual podrá no ser de mucho beneficio al agricultor, quien de todas maneras tendrá que seguir desyerbando. Sin embargo, si el agente de control biológico clásico va dirigido a la peor maleza de la pequeña finca, p.ej. la especie de maleza que crece más rápido o la que posee raíces profundas o la más persistente, habrá alguna reducción significativa de la maleza y, por ende, de los costos por desyerbes de parte del agricultor. Uno no debe olvidar que en la agricultura de subsistencia en África, el desyerbe asciende hasta el 30-50% del total de la fuerza laboral requerida en la producción agrícola (Adegoye *et al.* 1989), por lo que una pequeña reducción de este esfuerzo liberaría un tiempo importante para otros quehaceres del agricultor, tales como actividades para ingresos de fondos por otras vías.

La introducción de los agentes de control biológico de malezas es ahora un proceso relativamente rápido en países como Canadá, EE.UU., Australia y Nueva Zelandia, al existir leyes y regulaciones que establecen los procedimientos a seguir. En muchos países en desarrollo, sin embargo, no hay mecanismos o protocolos para la importación de agentes de control biológico de malezas. Esta es una de las razones, por la que la FAO tomó la iniciativa de desarrollar guías para la práctica del control biológico, lo cual ha sido muy bien aceptado. En colaboración con el IIBC y los cuadros de expertos internacionales, la edición de un conjunto de guías para la introducción de agentes de control biológico ha sido ya iniciada (FAO 1992) que estará pronto disponible en todos los países.

Aunque el control biológico clásico ha sido utilizado con éxito contra una amplia variedad de malezas (Julien 1992), este enfoque está aún por ser utilizado extensivamente en el control de malezas al nivel de los sistemas de bajos insumos. Sin embargo, una maleza, en la cual se ha logrado progreso en este sentido es *Parthenium hysterophorus* L., planta originaria de América Central y del Sur, que no tan sólo actúa como maleza de los sistemas agrícolas de bajos insumos, como por ejemplo, en la India, sino que también tiene una importancia considerable en los pastizales de otras áreas,

tales como Australia. Este es un problema complejo, especialmente en la India, debido a las propiedades alérgicas que posee y que afecta a una proporción significativa de la población. Debido a su importancia combinada, se ha realizado una investigación para desarrollar su control biológico, la que ha revelado un complejo de enemigos naturales de la maleza existentes en su área de origen en México, que incluye un crisomélido, dos picudos, una chinche, dos polillas pequeñas y un hongo causante de roya (McClay 1985). En algunos insectos estudiados en detalle se determinó que eran de específicos de la planta indicada, por lo que fueron liberados en Australia (McFadyen 1985) y en la India. Ninguno de los insectos mostró poseer suficiente efecto y amplio impacto, por lo que se desvió la atención al hongo, *Puccinia abrupta* var. *partheniicola* (Jackson) Parm. Bastante dificultad se experimentó para demostrar el ciclo completo de vida de este hongo (Evans 1987b), pero a su debido curso, las pruebas fueron concluidas, el hongo se mostró seguro (Holden *et al.* 1992) y fue liberado en 1991 en Australia. El hongo ahora requiere pruebas en las condiciones de la India, para así intentar controlar allí la maleza.

Una de las grandes ventajas del control biológico clásico, desde un punto de vista nacional o de un donante, es su efectividad de costo, ya que puede lograr una solución efectiva con una inversión relativamente pequeña para la investigación, solución técnicamente efectiva, duradera y que finalmente se autoperpetúa. Una vez que los agentes de control se establecen, ellos se reproducen sobre las malezas para producir más agentes de control, lo que perpetua la acción de control sobre la maleza. Estos beneficios continuarán para así compensar todos los costos incurridos de exploración, pruebas y liberación de los agentes.

Un agente efectivo de control biológico buscará de por sí solo las poblaciones de la maleza que se hallan en áreas no cultivables para ejercer su control allí también, y eliminar cualquier fuente de infestación vecina. Se debe recordar que una maleza es usualmente definida como una planta que crece donde no se desea; algunas plantas pueden ser malezas en muchas situaciones, pero pueden tener atributos beneficiosos en otras. Antes de cualquier decisión de introducción de agentes de control, tales situaciones de interés deben ser analizadas y resueltas (Cullen y Delfosse 1985, FAO 1992).

Una maleza, a manera de ejemplo, que afecta a muchos países en los trópicos es el jacinto de agua, *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach. Esta planta es normalmente reconocida como la peor maleza acuática dondequiera que se halle. Sin embargo, la planta también tiene propiedades de utilidad: efectivamente limpia las aguas contaminadas y representa una enorme reserva de biomasa potencialmente útil. Estas cualidades contradictorias deben ser resueltas; en este caso particular, el control biológico no se espera reducir la masa del jacinto de agua a un grado tal que no pueda usada para otros fines, o sea, la necesidad de controlarla y su potencial de uso son compatibles con el control biológico.

Cuando nuevos agentes de control biológico son introducidos por primera vez, los científicos pueden pensar que están ofreciendo la mejor opción para el control exitoso de la maleza objeto de eliminación, mas puede suceder que el agente no resulte efectivo. Hay siempre una carencia inevitable de predicción de la efectividad de los nuevos agentes de control biológico de maleza. Los agentes pueden fallar en establecerse por muchas razones o pueden establecerse, pero fallar en su impacto sobre la maleza objeto

de control. Sin embargo, un agente de control biológico que ha exitosamente controlado una especie de maleza en distintos países ofrece excelentes perspectivas para la regulación de la maleza en otros países.

De lo anterior es evidente que el control biológico clásico puede ser utilizado para el control de malezas específicas que causan problemas en los sistemas agrícolas de bajos insumos. Una consideración cuidadosa se deberá dar al análisis y decisión de las malezas incidentes de un sistema agrícola, que realmente merecen aplicar este método. En particular, algunas especies de malezas de difícil control por vía de desyerbe manual, p.ej. *Cyperus* spp. y *Chromolaena odorata* (L.) R. King and H. Robinson (Cock 1984) son posibles candidatas a ser sometidas a este tipo de control, así como las parásitas del género *Striga* (Greathead 1984), las que atraen atención específica del agricultor.

Otra situación donde el control biológico clásico de malezas es útil al agricultor de subsistencia es en la eliminación de malezas invasoras exóticas en áreas no cultivables o sin uso económico. Así, la lantana (*Lantana camara* L.) fue temporalmente eliminada en partes de África oriental bajo la acción del insecto específico *Teleonemia scrupulosa* Stål (Greathead 1971). En estos lugares los agricultores acostumbraban a realizar la quema y desbroce de los remanentes de la maleza, lográndose con el control biológico la fácil conversión de los terrenos en tierras cultivables. De forma similar fue controlada la maleza *Cordia curassavica* (Jacquin) Roemer & Schultes en Malasia a través de la introducción del escarabajo defoliante, *Metrogaleruca obscura* (DeGeer), y de la avispa de la semilla, *Eurytoma attiva* Burks (Ung y Yunus 1981). Aquí fue importante que las áreas beneficiadas fueran luego utilizadas preferentemente para no ser invadidas e infestadas por otras malezas nocivas.

Para el desarrollo del control biológico clásico de una maleza en particular se requieren grandes esfuerzos de investigación y decisiones nacionales al efecto. Así, nunca debe suceder que este método se entienda apropiado y vaya a ser probado y utilizado por un agricultor individual; estas pruebas y desarrollo deberán ser siempre realizados por personal científico experimentado y competente, en estrecha colaboración con el sistema nacional agrícola de investigaciones. El apoyo de donantes al desarrollo de este trabajo puede proporcionar una asistencia económicamente efectiva a la agricultura de bajos insumos.

CONTROL BIOLÓGICO AUMENTATIVO

El término es utilizado para abarcar el uso de los enemigos naturales de la maleza, los que han sido producidos previamente a nivel de laboratorio o en otras instalaciones apropiadas, para ser luego liberados sobre la maleza objeto de control. Estos enemigos naturales son aquéllos que ocurren naturalmente en el área de control, pero que por varias razones no han ejercido un control efectivo de la maleza.

En general, los patógenos de las plantas son los que ofrecen las mejores opciones para el control biológico aumentativo de las malezas, ya que algunos patógenos pueden producirse masivamente a bajo costo por vía de fermentación a escala industrial y ser vendidos comercialmente como micoplaguicidas. Los insectos, por su parte, aunque ellos al ser liberados en gran número pueden efectivamente dañar o destruir las malezas, son más complicados y caros en su producción masiva.

Actualmente, los micoplaguicidas son producidos en los países desarrollados y vendidos de igual manera que un plaguicida químico para su uso en cultivos de alto valor, con altos insumos (Charudattan y DeLoach 1988), o sea, ellos no son apropiados para la agricultura de bajos insumos. Si estos patógenos no son producidos a bajo costo en el país, sea centralmente o localmente, son pocas las posibilidades de que sean utilizados al nivel de la agricultura de bajos insumos. Hay un número de iniciativas para desarrollar nacionalmente capacidades de producción para patógenos de insectos en el mundo en desarrollo, pero ninguna existe todavía para patógenos de las plantas. En la actualidad, los patógenos de las plantas deberán ser producidos con tecnología de fermentación, mientras que el alcance de producciones individuales está aún por investigarse. Considerando todo, el potencial para la producción y uso a nivel de finca está todavía fuera de las capacidades actuales.

El uso de animales domésticos para el control selectivo de malezas (McLeod y Swezey 1979) es un tema que ha recibido alguna consideración y puede ajustarse a esta clasificación de control biológico aumentativo. Un ejemplo impresionante es el uso de patos en China (Zhang 1992). La práctica de liberación de gran número de patos en el arroz, en fases específicas del cultivo, está ampliamente aceptada por los agricultores en China como una estrategia de manejo integrado de plagas (MIP) para el control de varias plagas, que también aporta eliminación parcial de malezas. El ahorro en términos de incremento de la producción de patos y la disminución del consumo de plaguicidas es sumamente atractivo. En otros lugares, algunas malezas específicas han sido reguladas utilizando el ganado de forma similar, al usarse cabras para el control de la zarzamora (*Rubus* spp.) en los bosques de pino del Nuevo Gales del Sur, en Australia (Mitchell 1985), y en Nueva Zelandia, con el uso del ganado vacuno para eliminar la yerba pampa (*Cortaderia* sp.) (West y Dean 1990).

CONTROL BIOLÓGICO NATURAL

Esta estrategia, que puede ser igualmente descrita como la manipulación de los enemigos naturales, está basada en la conservación o aumento de los enemigos naturales existentes para incrementar su impacto sobre las malezas objeto de control. Este campo de manejo de estrategias potencialmente efectivas de control de malezas está muy poco desarrollado y no aparece en los libros de texto de malezología. Uno podría desarrollar la hipótesis de algunas estrategias que podrían funcionar, pero nadie aún ha hecho la necesaria investigación para establecer si tales manipulaciones podrían tener algún impacto.

Un mecanismo ya desarrollado para incrementar el impacto de los enemigos naturales es ayudar a éstos a sobrevivir las condiciones adversas, tales como las que predominan en períodos invernales o de sequía. En los EE.UU., el coquito amarillo (*Cyperus esculentus* L.) ha sido controlado de esta manera al usar el hongo nativo causante de roya, *Puccinia canaliculata* (Schweinitz) Lagerh. La investigación ha mostrado que al mantener plantas en pots infectadas con el hongo durante el período invernal en casas de cristal y luego ubicando los pots con las plantas en el campo durante el inicio del verano, epidemias tempranas del hongo se pueden inducir, por lo que se reduce la habilidad competitiva de la maleza (Phatak *et al.* 1983). El ejemplo indicado no es realmente aplicable en la agricultura de bajos insumos. No obstante, tal enfoque es posible adaptarlo y lograr una tecnología apropiada de bajo costo.

Otro ejemplo efectivo ha sido encontrado en Ucrania, donde una mosca, *Phytomyza orobanchia* Kaltenbach, que afecta las semillas y los tallos de las plantas parásitas del género *Orobanche*, ha sido utilizada de manera aumentativa para el control de dichas malezas (IIBC 1987). Se han desarrollado técnicas para la colecta de las pupas del insecto en las plantas hospedantes durante el otoño, para luego invernizarlas en laboratorio, eliminar los parasitoides y realizar las liberaciones en la primavera. Este tipo de tecnología es apropiado para la agricultura de bajos insumos, pero otros ejemplos son por ahora desconocidos.

Para algunas medidas de carácter cultural no se han realizado estudios detallados de las formas que pueden propiciar la acción de los enemigos naturales de malezas. Tales tácticas potencialmente útiles, incluyen la competencia con otras plantas y cultivos, el uso de cobertura viva de cultivos, siembra de hospederos alternativos de agentes de control biológico de malezas, identificación y adecuación de lugares o plantas para la invernización de los enemigos naturales, creación de áreas de sombra, etc.

De lo expuesto está claro, que no es difícil diseñar métodos posibles para la manipulación de los enemigos naturales de malezas; el reto yace en desarrollar estas ideas a tal grado que luego puedan ser integradas con otras prácticas de protección vegetal y recomendadas para su uso por el agricultor. La comprensión básica de la ecología poblacional de la dinámica de los herbívoros (p.ej. la interacción del agente de control biológico con la maleza) es una ciencia que se desarrolla rápidamente (p.ej. Crawley 1989) y que de manera significativa se convertirá en un componente esencial del desarrollo de tales estrategias. Para explorar y desarrollar este potencial se necesitará investigación conducida por ecologistas profesionales de malezas e insectos, así como pruebas conducidas dentro del sistema agrícola nacional de investigaciones.

CONCLUSIONES

El control biológico clásico posee potencial para el control efectivo de especies de malezas individuales, que pueden ser malezas que afectan los sistemas agrícolas de bajos insumos, pero que deben ser consideradas en el contexto de todo el problema de maleza. Tomando en cuenta que la mayoría de las malezas que causan problemas a los agricultores de bajos insumos, al final serán desyerbadas manualmente, la eliminación de la maleza objeto de interés deberá reducir el tiempo consumido para desyerbes y aportar beneficios, aunque aún necesite desyerbarse manualmente por algún tiempo adicional. Sin embargo, se debe reiterar que la acción tan sólo al nivel del agricultor no es apropiada, por lo que se requiere también la intervención y apoyo del gobierno.

La práctica del control biológico aumentativo, a través de la producción y liberación de enemigos naturales, es probable que sea restringida en la agricultura de bajos insumos en un futuro inmediato, excepto en aquellos casos en que se utilicen a tiempo animales para el pastoreo, que a la postre resulta muy efectivo.

El potencial de uso de la manipulación del control biológico natural en los sistemas agrícolas de bajos insumos ha sido inexplorado. Sin embargo, estudios cuidadosos basados sustancialmente en la joven ciencia de la dinámica de la población planta-herbívoros, además de la experimentación, se deberán desarrollar previamente a cualquier recomendación específica al agricultor. Tales recomendaciones pueden ser

ampliamente o localmente aplicadas. El potencial de este enfoque merece una exploración ulterior.

Agradecimientos

El autor se benefició de la discusión de este texto con M.J. Crawley, H.C. Evans, D.J. Girling y J.K. Waage.

REFERENCIAS

- Adegoroye A.S., A.O. Akinyemiju y F. Bewaji 1989. Weeds as a constraint to food production in Africa. In: O. Zethner (Ed.) *Pest Management and the African Farmer*. Nairobi, Kenya, ICIPE Science Press. 153 pp.
- Charudattan R., C.J. DeLoach 1988. Management of pathogens and insects for weed control in agroecosystems. En: M.A. Altieri y M. Liebman (Eds.) *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. Florida, EE.UU., CRC Press. pp 245-264.
- Clausen C.P. (Ed.) 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. *United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook* 480:1-551.
- Cock M.J.W. 1984. Possibilities for biological control of *Chromolaena odorata*. *Tropical Pest Management* 30:7-13.
- Cock M.J.W. 1986. Biological control of weeds in tropical crops. In: M.Y. Hussain and A.G. Ibrahim (Eds.) *Biological Control in the Tropics. Proceedings of the First Regional Symposium on Biological Control, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, 1984*. Kuala Lumpur, Malaysia, Universiti Pertanian Malaysia. pp 375-385.
- Crawley M.J. 1989. Insect herbivores and plant population dynamics. *Annual Review of Entomology* 34:531-564.
- Cullen J.M. y E.S. Delfosse 1985. *Echium plantagineum*: catalyst for conflict and change in Australia. In: E.S. Delfosse (Ed.) *Proceedings VI International Symposium on Biological Control of Weeds 1984*, Vancouver, Canada. Agriculture Canada. pp 249-292.
- Evans H.C. 1987a. Fungal pathogens of some subtropical and tropical weeds and the possibilities for biological control. *Biocontrol News and Information* 8:7-30.
- Evans H.C. 1987b. Life-cycle of *Puccinia abrupta* var. *partheniicola*, a potential biological control agent of *Parthenium hysterophorus*. *Transactions of the British Mycological Society* 88:105-111.
- Evans H.C. 1991. Biological control of tropical grassy weeds. In: F.W. Baker and P.J. Terry (Eds.) *Tropical Grassy Weeds*. Wallingford, UK, CAB International. pp 52-72.
- FAO 1992, en imprenta. *Report on the expert consultation on guidelines for the introduction of biological control agents. Roma 17-19 septiembre 1991*.
- Greathead D.J. 1971. A Review of Biological Control in the Ethiopian Region. *Commonwealth Institute of Biological Control Technical Communication* No. 5. Farnham Royal, Slough, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux. 162 pp.
- Greathead D.J. 1984. The natural enemies of *Striga* spp. and the prospects for their utilisation as biological control agents. En: E.S. Ayensu et al. (Eds.) *Striga Biology and Control*. Paris, France, ICSU Press & Ottawa, Canada, IDRC. pp 133-160.
- Harley K.L.S. e I.W. Forno 1992. *Biological control of weeds*. Melbourne and Sydney, Australia, Inkata Press. 74 pp.
- Harris P. 1991. Invitation Paper (C.P. Alexander Fund): classical biocontrol of weeds: its definition, selection of effective agents, and administrative-political problems.

- Canadian Entomologist* 123:827-849.
- Holden A.N.G., A. Parker y A.J. Tomley 1992, (en imprenta). Host range screening of *Puccinia abrupta* var. *partheniicola* for the biological control of *Parthenium hysterophorus* in Queensland. In: E.S. Delfosse y R.R. Scott (Eds.) *Proceedings of the Eighth International Symposium on Biological Control of Weeds 1992*, Lincoln University, Canterbury, Nueva Zelandia, DSIR/CSIRO.
- IIBC (International Institute of Biological Control) 1986. *Screening Organisms for Biological Control of Weeds*. Second Edition. Farnham Royal, U.K., CAB International Institute of Biological Control, 6 pp.
- IIBC (International Institute of Biological Control) 1987. Digest: potential for biological control of *Cuscuta* spp. and *Orobancha* spp. *Biocontrol News and Information* 8:193-199.
- Julien M.H. 1992. Biological Control of Weeds. *A World catalogue of Agents and their Target Weeds*. Third Edition. Wallingford, R.U., International Institute of Biological Control. 186 pp.
- McClay A. 1985. Biocontrol agents for *Parthenium hysterophorus* from Mexico. En: E.S. Delfosse (Ed.) *Proceedings of the VI International Symposium on Biological Control of Weeds*, University of British Colombia, Vancouver, B.C., Canada, 1984. Agriculture Canada. pp 771-778.
- McFadyen P.J. 1985. The biological control programme against *Parthenium hysterophorus* in Queensland. In: E.S. Delfosse (Ed.) *Proceedings of the VI International Symposium on Biological Control of Weeds*, University of British Colombia, Vancouver, B.C., Canada, 1984. Agriculture Canada. pp 789-796.
- McLeod E.J. y S.L. Swezey 1979. *Survey of weed problems and management strategies in organic agriculture*. Graton, California, Organic Agriculture Research Institute.
- Mitchell T.D. 1985. Goats in land and pasture. In: J.W. Copland (Ed.) *Goat Production and Research in the Tropics*. Canberra, Australia, ACIAR. pp 115-116.
- Phatak S.C., D.R. Sumner, H.D. Wells, D.K. Bell y N.C. Glaze 1983. Biological control of yellow nutsedge with the indigenous rust fungus *Puccinia canaliculata*. *Science* 219:1446-1447.
- Schroeder D. 1983. Biological control of weeds. In: W.W. Fletcher (Ed.) *Recent Advances in Weed Research*. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux. pp 41-78.
- Ung S.H. y A. Yunus 1981. The present status of the biological control of *Cordia alliodora* in Malaysia. En: E.S. Delfosse E.S. (Ed.) *Proceedings of the Fifth International Symposium on Biological Control of Weeds*, Brisbane Australia, 1980. Melbourne, Australia, CSIRO. pp 489-498.
- Wapshere A.J. 1974. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. *Annals of Applied Biology* 77:201-211.
- Wapshere A.J. 1989. A testing sequence for reducing rejection of potential biological control agents for weeds. *Annals of Applied Biology* 114:515-526.
- Wapshere A.J., E.S. Delfosse y J.M. Cullen 1989. Recent developments in biological control of weeds. *Crop Protection* 8:227-250.
- Weidemann G.J. y D.O. Tebeest 1990. Biology of host range testing for biocontrol of weeds. *Weed Technology* 4:465-470.
- West G.G. y M.G. Dean 1990. The use of livestock to control weeds in New Zealand forests. *Forest Research Institute Bulletin* 155:128-132.
- Zhang Z.Q. 1992, en imprenta. The use of beneficial birds for biological pest control in China. *Biocontrol News and Information* 13:11N-16N.

CAPITULO 10

HERBICIDAS

HERBICIDAS

J.C. Caseley

INTRODUCCION

El enfoque principal del presente libro es sobre los métodos no químicos de manejo de malezas, pero en muchas situaciones los herbicidas ofrecen los medios más efectivos para el control de éstas.

En los países industrializados los herbicidas se aplican sobre el 85-100% de todos los cultivos principales. Así, para el Reino Unido Green *et al.* (1987) estiman que una libra esterlina gastada en pesticidas genera un ingreso adicional de cinco libras. Más recientemente, este margen se habría reducido con la reducción de los subsidios de la Comunidad Europea (CE), pero la producción agrícola en los países industrializados continuará dependiendo grandemente del uso de los herbicidas.

En países menos desarrollados, el precio relativamente bajo obtenido por los productos agrícolas en los mercados mundiales y el bajo costo de la mano de obra reducen los beneficios económicos del uso de herbicidas. Finney (1988) predijo que la necesidad de la intensificación de la agricultura, como consecuencia del alto nivel de crecimiento de la población, aumentará el uso de herbicidas. El también indicó que en los EE.UU. los precios de los herbicidas cayeron entre 1985-1987 debido principalmente al incremento de la competencia por la distribución del mercado y al vencimiento de patentes. La India y la República Popular de China están incluidos entre los primeros 12 países por ventas de herbicidas y ambos países están fabricando y exportando herbicidas que ya tienen patente vencida. Los precios reducidos y la producción local estimularán el uso de herbicidas en los países menos desarrollados.

Usados juiciosamente, dentro de un sistema integrado de manejo de malezas, los herbicidas son de uso seguro para el agricultor y de riesgo mínimo para el medio ambiente. Desde nuestro punto de vista, los herbicidas jugarán un papel cada vez más importante en el manejo de malezas en los países en desarrollo en un futuro predecible. Las secciones de este libro sobre malezas y cultivos individuales ofrecen detalles sobre la integración de los herbicidas en los sistemas de producción de los cultivos. El objetivo de este Capítulo es de apoyar a estas secciones con información sobre el modo de acción, propiedades, y aplicación de los herbicidas, que contribuirá a su uso práctico, seguro y efectivo.

ANTECEDENTES

Las sales inorgánicas, tales como sulfato de cobre, se usaron para el control de malezas de hoja ancha en cereales hacia fines del siglo 19, pero el primer herbicida orgánico: DNOC (dinitro-ortocresol), no fue introducido hasta 1932. El uso extensivo de herbicidas de dosis relativamente bajas (1-2 kg i.a./ha) comenzó en 1945 con el lanzamiento de los herbicidas reguladores de crecimiento 2,4-D y MCPA. El éxito de éstos condujo a una intensificación de la investigación y las inversiones, lo cual, a su vez, produjo nuevos grupos de herbicidas y compuestos en desarrollo. Se han descubierto nuevos grupos de herbicidas mediante la selección al azar en el invernadero y la subsiguiente modificación química (Tabla 1).

Tabla 1. Numero de herbicidas por grupos que han surgido de tóxicos individuales (según Parry 1989).

descubrimiento del 1er herbicida en el grupo	Grupo de herbicidas	número actual de herbicidas en el grupo
1945	fenoxiacéticos	17
1954	carbamatos	16
1956	triazinas	29
1965	dinitroanilinas	22
1970	difeniléteres	29
1980	sulfonilureas	16

En la edición de Weed Abstracts de mayo de 1993 se relacionan más de 300 ingredientes activos y alrededor de 200 están comercialmente disponibles, a escala mundial, aunque no todos se venden en todos los países. Algunos de los compuestos relacionados no han sido comercializados por motivos económicos, ambientales o toxicológicos, mientras que otros se han retirado o no se han vuelto a registrar. Por ejemplo, el herbicida barban, para avena silvestre, ha sido sustituido por herbicidas más efectivos, mientras que el 2,4,5-T se ha retirado de muchos mercados debido a la toxicidad de un contaminante, la dioxina, encontrado en algunas muestras.

Registro y aprobación

Los países industrializados y muchos en desarrollo actualmente desarrollan esquemas de registro para los plaguicidas, y, organizaciones internacionales, tales como el Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de las Naciones Unidas, han elaborado guías detalladas de los datos que se exigen para el registro, incluyendo la toxicología, la posible acumulación en el suelo y en las cadenas alimenticias y los tiempos de su descomposición.

Toxicología. Antes de que un nuevo herbicida pueda venderse en cualquier país, tienen que suministrarse datos adecuados que demuestren que es seguro para que sea manipulado por el operador, y que los consumidores de los cultivos tratados no están bajo riesgo. Las toxicidades relativas se pueden comparar en forma de DL_{50} oral o dérmica aguda para ratas (dosis ingerida o absorbida a través de la piel que es letal en el 50% de un grupo de animales uniformes). Mientras que la DL_{50} aguda para ratas es útil para establecer comparaciones generales entre compuestos, es ampliamente aceptado que presenta limitaciones y, por lo tanto, no se puede asumir que una alta (segura) LD_{50} para ratas sea segura para los humanos. Consecuentemente, también se realizan pruebas toxicológicas con otros mamíferos, incluyendo perros y primates. Con pocas excepciones, tal como paraquat, la mayoría de los herbicidas son de muy baja toxicidad (ver Tabla 2), presentando muchos compuestos valores de DL_{50} superiores a productos comúnmente consumidos, incluyendo aspirina, cafeína y sal común. La formulación de un herbicida puede afectar su DL_{50} . Así, bromoxynil es más tóxico que bromoxynil octanoato.

Una parte de los herbicidas que se aplican al cultivo, o al suelo en el que está creciendo, puede estar presente en la parte cosechada del cultivo, que puede ser consumido directamente o a través de productos animales. Se determinan los residuos del herbicida original y sus metabolitos en los cultivos y, basado en datos de estudios a largo plazo de alimentación animal, se estima el "nivel el nivel en que no se observa efecto alguno" (NOEL). Este se utiliza para derivar una "ingestión diaria aceptable" (ADI). Basado en estos datos de residuos, se establecen restricciones sobre qué cultivos que pueden ser tratados y sobre intervalos mínimos entre tratamiento y cosecha. En muchos países existe legislación para controlar los niveles máximos de residuos (MRL) de plaguicidas en alimentos humanos y animales, así como en los cultivos. Los herbicidas son los plaguicidas más usados en la Comunidad Europea, pero menos del 10% de los plaguicidas incluidos en la legislación sobre MRL son herbicidas. Esto refleja la baja toxicidad para los mamíferos de la mayoría de los herbicidas (Tabla 2), que son

Tabla 2. Toxicidad en los mamíferos de herbicidas representativos y productos químicos de referencia comunes en orden decreciente de DL₅₀ oral aguda para ratas -mg/kg de peso corporal (adaptado de Worthington y Hance 1991 y Graham-Bryce 1989)

Herbicida	DL ₅₀	Herbicida	DL ₅₀
Toxicidad alta*			
Paraquat	120	Endotal amina	206
Bromoxynil	190	Diquat	231
Bromoxynil octonoato	365	Cyanazina	288
Toxicidad moderada*			
Diclofop-metil	563-693	Propanil	1870
2,4-D sal sódica	666-805	Glufosinato	2000
2,4-D isopropil	700	Fenoxaprop-etil	2357
CDA	750	Metolachlor	2828
MCPA	800	Atrazina	3080
Metribuzin	1090	Diuron	3328
EPTC	1652	Fluazifop-butyl	3330
Alachlor	1800	Acifluorfen	3460
Baja toxicidad*			
Asulam	> 5000	Imazethapyr	> 5000
Dalapon	> 5000	Simazina	> 5000
Glifosato	> 5000	Sulfometuron-metil	> 5000
Productos químicos comunes			
	DL ₅₀	Toxicidad*	
Nicotina	50	Muy alta	
Cafeína	200	Alta	
Aspirina	1750	Moderada	
Sal común	3000	Moderada	

* Adaptado de guías de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU..

relativamente específicos en su acción a los procesos vegetales (Tabla 6). Los herbicidas son propensos a la descomposición en los microbios, plantas y animales y no son comunes los problemas de residuos de herbicidas si se utilizan de acuerdo a las instrucciones de las etiquetas.

Organismos no objeto de la aplicación, suelo y agua. Además de determinar los posibles efectos adversos sobre los humanos, el registro exige estudios toxicológicos sobre ciertas especies de aves, peces e invertebrados. Estos estudios tienden a realizarse en sistemas dinámicos de laboratorio, con algún seguimiento en estudios de campo. Estos incluyen pruebas de alimentación de toxicidad aguda y evaluaciones del efecto del herbicida sobre la reproducción. También se incluyen los efectos sobre lombrices de tierra y sobre la microflora.

El destino y la persistencia del herbicida en el suelo, su potencial para contaminar las aguas superficiales y subterráneas, son de importancia clave en relación con la fitotoxicidad para los cultivos subsiguientes y para la calidad del agua de beber. Los estudios de laboratorio aportan información básica, incluyendo solubilidad en agua, así como las propiedades de adsorción/desorción, lixiviación, velocidad de hidrólisis y de degradación microbiana en el suelo.

Los estudios de campo son esenciales para las instrucciones de las etiquetas, ya que la actividad, persistencia y movilidad del herbicida son afectados por factores climáticos, edáficos y agrónomicos.

Conclusiones. El proceso de registro va dirigido a asegurar que los herbicidas, usados de acuerdo a las instrucciones de las etiquetas, sean relativamente seguros para el usuario, para los organismos no objeto de la aplicación y para el medio ambiente. Sin embargo, todos los herbicidas son venenosos en alguna medida y tienen que ser almacenados, manipulados y usados cuidadosamente. Para más información vea el "Código Internacional de Conducta sobre la Distribución y Uso de Plaguicidas", FAO, Roma.

Nombres de herbicidas

Las etiquetas de herbicidas comerciales comúnmente relacionan tres nombres, que se ilustran aquí con referencia a glifosato:-

1. El nombre químico describe la composición química del compuesto, por ejemplo: N-(fosfonometil) glicina.
2. El nombre común "glifosato" está aprobado por autoridades apropiadas, incluyendo el Instituto Británico de Estándares (BSI), la Sociedad Americana de Ciencia de Malezas (WSSA) y la Sociedad Internacional para la Estandarización (ISO). A veces se aprueba por diferentes autoridades más de un nombre, por ej. "endotal" (BSI) y "endotal" (WSSA).
3. El nombre comercial "Roundup" se usa con los propósitos de mercadeo y registro de la patente del producto. La compañía que desarrolló el producto tiene el uso exclusivo del mismo durante los 17 años que siguen a la aprobación de la patente.

La compañía Monsanto tiene varios nombres comerciales para el glifosato en dependencia de la formulación y el uso. "Roundup" y "Sting" contienen, respectivamente, 360 y 240 g e.a.* / l de la sal mono (isopropilamonio) de glifosato, más tensoactivo o surfactante.

En este libro se usan los nombres comunes aprobados por BSI, WSSA o ISO.

Clasificación de los herbicidas. Existen varias formas de clasificar los herbicidas, incluyendo como se usan, sus propiedades químicas y su modo de acción.

Método de uso. Los herbicidas se pueden aplicar al follaje o al suelo. Los que se aplican al follaje y afectan solamente la parte tratada se describen como herbicidas **de contacto**, mientras que aquellos que se trasladan fuera del follaje tratado hacia un punto de acción en otro lugar de la planta se denominan herbicidas **sistémicos**. Los herbicidas **de aplicación al suelo** que generalmente afectan la germinación de las malezas, tienen que persistir por algún tiempo para ser efectivos y se denominan herbicidas **residuales**. Algunos herbicidas residuales tienen acción de contacto y afectan las raíces y los tallos en la medida en que emergen de la semilla, mientras que otros entran en la raíz y las partes subterráneas de la planta y se translocan a su punto de acción.

Tanto el tratamiento foliar como el tratamiento al suelo se describen en función del momento de aplicación y del desarrollo del cultivo.

Los tratamientos de **pre-plantación** se aplican antes de la plantación del cultivo.

Los tratamientos de **Pre-plantación incorporada** se refieren solamente a herbicidas activos en el suelo, aplicados antes de la plantación del cultivo y de la emergencia de las malezas e incorporados al suelo mediante labranza poco profunda.

Los tratamientos de **pre-emergencia** se realizan siempre antes de la emergencia de las malezas. Esto pueden o no ser antes de la emergencia del cultivo.

Los tratamientos de **post-emergencia** se aplican después que el cultivo y (generalmente) las malezas han emergido, pero en cultivos trasplantados el herbicida puede aplicarse antes de la emergencia de las malezas.

Las aspersiones **Post dirigidas** se aplican después de la emergencia de las malezas y los cultivos, pero evitando el contacto del asperjado con los últimos.

Selectividad. La selectividad del cultivo y el espectro de control de malezas se usan a menudo en la clasificación de herbicidas, por ej., herbicidas para cereales y herbicidas para malezas de hoja ancha.

La clasificación mediante la descripción de las **propiedades químicas** y el **modo de acción** brinda un fundamento para comprender el comportamiento y la sintomatología en la planta de los herbicidas y en el presente capítulo se utiliza este enfoque (Tablas 6 y 7).

Formulación, mezclas y coadyuvantes

Formulación. Los herbicidas se fabrican en forma relativamente pura, que se denomina

* e.a. equivalente ácido (ver Formulaciones y mezclas)

herbicida de grado técnico. Este puede ser sólido o líquido, y raramente es adecuado para ser usado así en el campo. Por ejemplo, el herbicida para avena silvestre difenzoquat se fabrica en la forma de sulfato de metilo y es fácilmente soluble en agua (765 g/l), pero la solución acuosa de difenzoquat no tiene actividad herbicida a menos que se agregue un tensoactivo o surfactante no-iónico a la solución. El tensoactivo o surfactante facilita la retención y penetración del herbicida y se incorpora en el producto comercial, que es un **concentrado soluble**. El producto formulado de todos los herbicidas aplicados mediante asperjadoras tiene que ser soluble o miscible, en un vehículo conveniente, que es generalmente agua. Además de presentar buenos resultados en el campo, tiene que ser estable durante el transporte y almacenaje y ser capaz de soportar situaciones climáticas extremas.

Al igual que los concentrados solubles, se formulan compuestos solubles en agua en forma de **granulados dispersables en agua**, que contienen sólidos molidos finamente combinados con agentes de suspensión y dispersantes (tensoactivos o tensoactivo o surfactantes). Se pueden echar directamente en el tanque de la asperjadora y verter limpiamente desde el envase (por ej., metsulfuron-metil).

En el caso de compuestos con baja solubilidad, el ingrediente activo puede molerse hasta convertirlo en un polvo, mezclarlo con un portador inerte y un tensoactivo o surfactante y ser vendido como un **polvo humedecible o humectable** (por ej., ver formulaciones de simazina). Este tipo de formulación comúnmente se mezcla con una pequeña cantidad de agua para formar una mezcla pastosa, antes de echarlo en el tanque de la asperjadora. Los polvos humedecibles han sido desplazados en gran medida por los **concentrados suspensibles**, también conocidos como "flowables", en los cuales el ingrediente activo finamente molido se mezcla con tensoactivos y, en algunos productos, con otros solventes no tóxicos. Este tipo de formulación es más fácil y seguro de manipular que el polvo humedecible y se mezcla más fácilmente con el agua en el tanque de la asperjadora.

Los ingredientes activos insolubles en agua, especialmente aquellos que son de aplicación foliar, se pueden disolver en un solvente orgánico, como el xileno, y mezclar con tensoactivos para formar un **concentrado emulsionable**. Estos se dispersan en agua para formar emulsiones oleosas en agua, las cuales tienen una apariencia lechosa típica (por ej.: fluazifop-butil).

Por motivos de seguridad del operador y de impacto ambiental, se están sustituyendo los solventes orgánicos sintéticos por concentrados emulsionables basados en aceite vegetal y por novedosas formulaciones basadas en agua, como los "sistemas de estructurados de tensoactivo o surfactante".

Mientras que la mayoría de los herbicidas se formulan para ser aplicados mediante asperjadora con agua como vehículo, un limitado número de ingredientes activos se aplican como formulaciones secas, en forma de **granulados**. Estos son partículas pequeñas, generalmente de menos de 10 mm³ de tamaño, y, típicamente contienen concentraciones de ingrediente activo entre 2% y 20%. Comúnmente se usa un aplicador de granulados tirado por tractor o de tipo mochila, pero algunos granulados son apropiados para ser dispersados manualmente y son útiles en fincas pequeñas, donde no hay equipos de aplicación disponibles.

La formulación de herbicidas volátiles como granulados retarda la pérdida del ingrediente activo como gas (por ej., triallate). Los herbicidas volátiles aplicados en agua como vehículo requieren de su incorporación al suelo para lograr una actividad aceptable.

Varios herbicidas (por ej., 2,4-D) son ácidos débiles y reaccionan con bases para formar sales y con alcoholes para formar ésteres. Las sales son solubles en agua, insolubles en aceite y tienen baja volatilidad, mientras que los ésteres son insolubles en agua, solubles en aceite y tienden a tener alta volatilidad. Los ésteres generalmente tienen una actividad herbicida superior a las sales, pero su alta volatilidad puede provocar daños a plantas que se encuentran fuera del área a tratar. Los ésteres de la mayoría de otros grupos de herbicidas, incluyendo los ésteres de ácido ariloxifenoxialcanoico (por ej. fenoxaprop-etil) no son volátiles.

El contenido de ingrediente activo (i.a.) se expresa sobre la etiqueta del producto como g i.a./peso o volumen del producto y/o como % i.a. p/p (peso del i.a. como % del peso de i.a. + portador + formulantes). A menudo se describe el i.a. de las formulaciones de éster y sal de ácidos débiles como e.a. (equivalente ácido), ya que el ácido es el ingrediente fitotóxico liberado en la planta.

Mezclas. Mientras que algunos productos son formulaciones de un solo ingrediente activo (por ej., glifosato), la mayoría de los productos formulados son mezclas de dos o más ingredientes activos. Las mezclas aumentan el espectro de malezas controladas y/o combinan la actividad de contacto o sistémica con la residual (por ej., 2,4-D más atrazina). En los productos formulados, los componentes de la mezcla han sido evaluados por su compatibilidad física y química en el tanque de aspersión, por efectos adversos sobre la fitotoxicidad contra las malezas y por su selectividad en los cultivos.

Las mezclas de tanques consisten en la unión en el tanque de aspersión de dos o más productos herbicidas formulados independientemente y otros plaguicidas. Los beneficios de las mezclas de tanque son los ahorros que se pueden hacer en el tiempo consumido para la aplicación y menor cantidad necesaria del vehículo del asperjado (agua). Además, a menudo dosis reducidas de los herbicidas individuales son efectivas. Sin embargo, algunas mezclas han resultado antagónicas. Así, la actividad graminicida de haloxyfop-metil contra *Sorghum halepense* (L.) Pers. es antagonizada por acifluorfen y bentazon, mientras que los herbicidas fenoxi reducen el control de *Avena fatua* L. por diclofop-metil. Algunas mezclas de tanque aumentan la fitotoxicidad y pueden dañar al cultivo: por ejemplo, los insecticidas organofosforados y carbamáticos bloquean el metabolismo de propanil en arroz. Es de la mayor importancia cumplir las instrucciones de las etiquetas con respecto a las mezclas de tanque, y si se contemplan mezclas "no incluidas en la etiqueta", se debe evaluar su efectividad y seguridad para el cultivo antes de su uso rutinario. Como regla general, surgen más problemas con las mezclas de tanque de herbicidas de aplicación foliar que con los de aplicación al suelo.

Coadyuvantes. Los productos herbicidas comunmente contienen tensoactivos o surfactantes y otros componentes para asegurar buenas características de almacenaje y facilitar su mezcla con el agua en el tanque de la asperjadora. Estos formulantes también ayudan a la retención sobre y la penetración dentro de las malezas objeto de la aplicación. Para ciertas malezas y bajo determinadas condiciones climáticas, se puede

aumentar la acción del herbicida mediante tensoactivos o tensoactivo o surfactantes o coadyuvantes oleosos, que se mezclan en el tanque con el herbicida.

Las moléculas de los tensoactivos o surfactantes tienen dos partes diferenciadas. El extremo lipofílico generalmente está compuesto de estructuras en forma de largas cadenas hidrocarbonadas o de anillos benzénicos y posee baja solubilidad en agua y alta solubilidad en aceite. La parte hidrofílica tiene una fuerte afinidad por el agua. Existen tres tipos principales de tensoactivos o surfactantes, determinados por la estructura química de la porción hidrofílica de la molécula. Los aniónicos y catiónicos se ionizan en agua para formar sustancias cargadas negativa y positivamente, respectivamente. Los tensoactivos más ampliamente usados son los no iónicos, que son fáciles de usar y no son afectados por aguas duras. Los tensoactivos disminuyen la tensión superficial de las gotúlas del asperjado y aumentan su cobertura sobre la superficie del follaje.

Comunmente concentraciones de los tensoactivos o surfactantes de alrededor de 0.1% del volumen del vehículo optimizan la retención y cobertura de las gotas del asperjado, pero la máxima acción del herbicida a menudo se alcanza con mayores concentraciones. La actividad de difenzoquat contra *Avena fatua* se maximiza a 0.5% de tensoactivo no iónico, óxido de alquil-fenol-etileno "Agraal". El incremento de la actividad está asociada a una mejor penetración del ingrediente activo. Cuando se usa una dosis reducida de un producto, se reduce la concentración del ingrediente activo y de los formulantes en la solución de aspersión y, a menudo es necesario, especialmente con graminicidas, agregar tensoactivo o coadyuvante oleoso para asegurar una adecuada retención, cobertura y penetración.

Los aceites vegetales contienen de 1 a 2% de tensoactivos o surfactantes y los concentrados de aceite vegetal contienen 15-20% de éstos y se usan a alrededor de 5 y de 1% del volumen de aspersión, respectivamente. Los componentes oleosos pueden ser de origen mineral o vegetal. Ellos son, a menudo, los mejores coadyuvantes para herbicidas con baja solubilidad en agua, y se usan, por ej., con graminicidas, como fluazifop-butyl, y con herbicidas de acción en el suelo, como diuron, para mejorar su actividad foliar.

A veces se logra un incremento de la actividad del herbicida mediante la adición de fertilizante. Suwunnamek y Parker (1975) encontraron que sulfato de amonio mejoró significativamente la fitotoxicidad de glifosato contra *Cyperus rotundus* L.

Un coadyuvante inadecuado puede provocar la pérdida de la actividad fitotóxica y/o daños al cultivo, y por lo tanto, sólo deben usarse los coadyuvantes recomendados en la etiqueta del producto para cada herbicida, maleza y situación de cultivo, o por un asesor local experto. Se recomienda enfáticamente la evaluación de los coadyuvantes bajo condiciones locales. Vea a Holloway (1993) por una amplia reseña sobre formulaciones y coadyuvantes.

Aplicación

Introducción. Los herbicidas generalmente se aplican en solución o suspensión acuosa, como una nube de gotúlas dirigida hacia el objetivo de la aplicación. La concentración del ingrediente activo en la solución de aspersión varía típicamente desde 0.1 a 10% y

el volumen de aplicación desde 100 hasta 400 l/ha, dependiendo del producto y del método de aplicación. Sin embargo, con la aplicación mediante discos giratorios, a veces se usan volúmenes de hasta 10 l/ha y concentraciones de hasta 50%.

Características de la aspersión. Dos de los factores más importantes que determinan la efectividad de la aspersión son el rango o espectro de tamaño de las gómulas y la cobertura del objetivo por el asperjado (Tabla 3).

Las gotas pequeñas producen muy buena cobertura y se adhieren bien a superficies que son difíciles de mojar, como las hojas cerosas de gramíneas, pero están expuestas a la deriva (arrastre) y se evaporan rápidamente, especialmente a baja humedad relativa. Las gotas mayores tienden a rebotar y desprenderse de superficies "difíciles de mojar", pero, en este caso la deriva y la evaporación son un problema menor. Gómulas menores de 100 μ m de diámetro caen con relativa lentitud y, por lo tanto, son arrastradas por el viento y pueden causar daños severos a los cultivos susceptibles adyacentes y a la vegetación no objeto de la aplicación. No existe un tamaño de gómula ideal para controlar las malezas en el campo, ya que diferentes especies varían en las características de tamaño, hábitos, ángulo de la hoja, superficie foliar y en su posición en la copa. Para lograr una buena cobertura de estos objetivos diversos es mejor un amplio rango o espectro de tamaños de gómulas y la correcta selección de las boquillas de aspersión generalmente cumple este requisito.

Tabla 3. Densidad de gómulas cuando se asperja un litro uniformemente sobre 1 ha (según Matthews 1992).

Diámetro de gómula m	Numero de gómulas/cm ²
20	2387
50	153
100	19
200	2.4
400	0.3

Asperjadoras de tipo mochila. El equipo más extensamente usado para aplicar herbicidas es la asperjadora de tipo mochila, accionada por palanca. Está consiste de un tanque plástico, o menos comunmente de metal, que se situará de forma erecta sobre el suelo para su llenado y que se ajusta cómodamente sobre la espalda del operador. La capacidad del tanque típicamente varía de 10 a 20 litros, pero el peso total de la mochila llena no debe exceder de 20 kg.

Para facilitar el llenado y la limpieza, el tanque debe tener una apertura amplia (90-100 mm de diámetro), que a menudo tiene acoplado un filtro grueso. La tapa debe tener un ajuste hermético y debe poseer un respiradero, con una válvula para evitar goteo del líquido de aspersión.

Las mochilas accionadas por palanca las llevan por encima o por debajo del brazo. Las primeras son más fáciles de operar cuando se camina a través de vegetación alta, que se cruza sobre el entresurco, pero su uso es muy fatigoso y son más comunes las palancas debajo del brazo. La palanca acciona una bomba de tipo diafragma o de pistón. Las primeras son preferidas para bombear materiales abrasivos, como los polvos humedecibles, y las últimas se recomiendan para aspersiones de alta presión.

La bomba de diafragma accionada por palanca es más usada para aplicación de herbicidas y típicamente es operada a presiones entre 100 y 300 K Pa (1 y 3 bar). Para mantener la presión de operación en la cámara la palanca debe ser accionada regularmente (aproximadamente 30 brazadas/minuto), pero si se usa un aguilón (boom) multiboquillas o una boquilla de alta entrega de líquido se debe aumentar la frecuencia del bombeo. Se mantiene una presión constante dentro de la cámara de presión mediante una válvula de escape de presión, que en algunas mochilas se puede ajustar cuando se requieren presiones de aspersión alternativas.

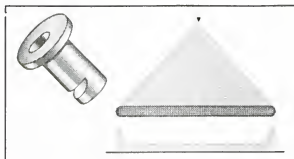
Otro tipo de asperjadora de mochila es la de compresión o neumática, en la cual se presuriza el tanque con una bomba de aire antes de la aplicación. Se deja un espacio de aproximadamente 25-35% de espacio de aire sobre el líquido y la bomba de aire, a menudo, se acopla a la tapa. Las desventajas de este tipo de aspersión incluyen: la caída de la presión en la medida que el líquido se va distribuyendo y que se tiene que tener gran cuidado al desenroscar la tapa para aliviar la presión interna del tanque.

Selección de boquillas. Las funciones de la boquilla son las de dividir el líquido en gómulas, formar el patrón de aspersión y controlar el flujo del líquido. Las boquillas pueden ser: de abanico (fan-jet), de cono y de inundación o de impacto (flood-jet). Las boquillas de abanico y de inundación (flood-jet) son las más usadas para aplicación de herbicidas. El patrón producido por una boquilla de abanico tiene un borde ahusado (adelgazado) formado por el líquido al ser forzado a través de un orificio elíptico (Fig. 1). La desintegración aleatoria de la lámina de aspersión que surge del orificio de la boquilla produce un amplio espectro de gómulas. Se obtiene una distribución uniforme cuando se usa más de una boquilla, mediante el traslape o superposición de las bordes adelgazados de las boquillas individuales.

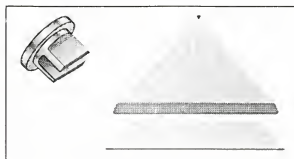
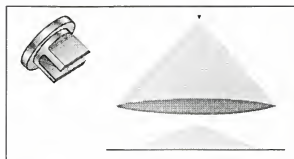
El patrón no uniforme de la boquilla de abanico plano la hace inadecuada para ser usada de forma independiente. Con asperjadoras accionadas manualmente, a menudo se usan las boquillas de punta de "aspersión uniforme" (even spray), las cuales producen una distribución uniforme del líquido a través de su patrón de depósito (Fig. 1). Este tipo de boquilla es especialmente adecuada para aplicaciones en bandas. Las boquillas de inundación, también conocidas como deflectoras o de yunque (flood-jet), poseen una aspersión plana de ángulo ancho, que resulta de un chorro recto chocando sobre una superficie deflector (Fig. 1). Generalmente producen una aspersión gruesa con un depósito bastante uniforme, y con un bajo riesgo de deriva. Estas boquillas están diseñadas para trabajar a presiones bajas (100 K Pa) y solamente se pueden acoplar a asperjadoras con válvula aliviadora de presión. Las boquillas de cono, usadas con asperjadoras de mochila producen un patrón de depósito de aspersión de cono hueco y generalmente son operadas a presiones más altas que las boquillas de abanico plano o de tipo deflectoras (de inundación o flood-jet). Se usan principalmente con fungicidas e insecticidas.

Fig. 1. Boquillas de abanico y de inundación (según El Manual de selección de boquillas de BCPC, 1988 (Anon. 1988))

Boquilla de inundación



Boquillas de abanico plano



La calidad de la aspersión, o rango de tamaño de gotas, se hace más fina en la medida que el tamaño del orificio de la boquilla de abanico se reduce, y aumentan el ángulo de la boquilla y la presión de aplicación. Inversamente, la calidad de la aspersión se hace más gruesa en la medida que se aumenta el diámetro de orificio y se reducen el ángulo de la boquilla y la presión de aplicación.

Los espectros de gómulas comúnmente se describen mediante el diámetro de la mediana del volumen (DMV), calculado matematicamente, que da un diámetro único. Las boquillas se clasifican, de acuerdo con su calidad de aspersión (DMV) en las categorías de "finas", "medias" y "gruesas" para usos normales, y "muy finas" y "muy gruesas" para usos especiales, por ejemplo, máquinas nebulizadoras y fertilizadoras, respectivamente. En la Tabla 4 se muestran algunas características de diferentes calidades de aspersión.

Tabla 4. Efectos de la calidad de la aspersión sobre la retención, la deriva y el uso.

Calidad de aspersión	Tamaño de gota* m	Retención sobre superficies foliares difíciles de mojar	Usado para	Peligro de deriva
Fina	101-200	buena	buen cobertura	medio
Media	201-300	buena	mayoría de los productos	bajo
gruesa	> 300	moderada	herbicidas de suelo	muy bajo

* diámetro de la mediana de volumen de las gotas

Las boquillas se fabrican de bronce, plástico, acero inoxidable o cerámica y este orden, de formas ascendente, refleja su costo y resistencia al desgaste. El riesgo de tupiciones se reduce acoplando filtros de malla fina (300 m de apertura) en el cuerpo de la boquilla. Estas se deben inspeccionar regularmente por su desgaste y se deben sustituir al menos anualmente.

Las lanzas manuales incluyen un mecanismo de gatillo y un filtro y, en algunos casos una pieza en forma de T, para acoplar una válvula de presión, especialmente útil en una asperjadora de compresión, que alerte al operador cuando se produce una caída de la presión. En dependencia del uso pretendido la lanza puede acoplarse a una sola boquilla o a un aguilón (boom) portando tres o cuatro boquillas.

Calibración de asperjadoras de tipo mochila. Es imprescindible calibrar la asperjadora antes de usarla, usando agua limpia como solución de aspersión. Se deben determinar tres factores básicos al calibrar la asperjadora: la velocidad de traslado, el caudal de la boquilla (según tipo y presión de aplicación) y el ancho de la estela.

La velocidad de traslado se debe determinar sobre una superficie con vegetación similar a la que será tratada. Una velocidad típica de caminar asperjando es de 1 m/seg o 3.5 kph. El caudal de la boquilla se debe determinar recogiendo y midiendo el volumen de líquido de aspersión emitido en 1 minuto. Cuando se usan asperjadoras accionadas por

palanca, ésta se debe accionar uniformemente, con brazadas completas, con el fin de mantener una presión lo más uniforme posible. Si tiene acoplada válvula de regulación de presión, ésta se debe colocar en un valor adecuado para la boquilla.

El ancho de estela es la distancia de aspersión efectiva cubierta por la boquilla o aguilón (boom) acoplado. El ancho de aspersión de una sola boquilla de abanico (fan-jet) es típicamente estrecha, mientras que con una sola boquilla de inundación o deflectora (flood-jet) se obtiene un ancho de estela mayor. Habiendo determinado el caudal de la boquilla en litros/minuto, conociendo el ancho de estela y la velocidad de traslado, se puede calcular el volumen de aplicación (o solución final) por unidad de área.

$$\frac{\text{caudal (l/min)}}{\text{estela (m)} \times \text{velocidad (m/min)}} = \text{volumen de aplicación (l/m}^2\text{)}$$

Este valor se multiplica por 10 000 para obtener l/ha.

Así, con un ancho de estela de 1 m, una velocidad de traslado de 60 m/min y un caudal de boquilla de 0.6 l/min, el volumen de aspersión por hectárea es:

$$\frac{0.6 \text{ l/m}}{1 \text{ m} \times 60 \text{ m/min}} \times 10,000 = 100 \text{ l/ha}$$

Si el volumen de aplicación (solución final) es inadecuado, se pueden hacer ajustes pequeños variando la velocidad de traslado y/o la presión. Ajustes mayores exigen cambio de boquillas.

Para calcular la cantidad de producto comercial a echar en el tanque de la asperjadora, tome la dosis recomendada de la etiqueta del producto (l/ o kg/ha) y multiplique por el volumen del tanque de la asperjadora (o por el volumen de aspersión necesario si es menor que un tanque lleno). Este valor se divide entre el volumen de aplicación en l/ha (ver arriba),

$$\frac{\text{dosis (l o kg/ha)} \times \text{volumen del tanque (litros)}}{\text{volumen de aplicación}}$$

por ejemplo, si la dosis del herbicida es de 2.5 l/ha de producto comercial, la capacidad del tanque es de 20 l y el volumen de aplicación es de 100 l/ha, el volumen de producto comercial a echar en el tanque es:

$$\frac{2.5 \text{ l/ha} \times 20 \text{ l}}{100 \text{ l/ha}} = 0.5 \text{ l de producto comercial}$$

Así, se deben añadir 0.5 l del producto a 19.5 l de agua en el tanque de la asperjadora. Muchas recomendaciones de herbicidas se ofrecen en dosis de ingrediente activo por hectárea. En los cálculos anteriores, se debe multiplicar la dosis de ingrediente activo por:

$$\frac{100}{\% \text{ de ingrediente activo}}$$

para obtener el peso o volumen de producto comercial requerido.

Mezclado de la solución de aspersión y llenado de la asperjadora. Los lugares de mezclado deben estar bien alejados de las vías o cuerpos de agua y otras áreas ambientalmente sensibles.

- Lea la etiqueta del producto
- Use ropa protectora adecuada
- Agite en envase del producto solamente si así lo indica la etiqueta. Vierta y mida cuidadosamente la cantidad calculada.
- Llene el tanque de la asperjadora hasta la mitad con agua limpia. Agregue el producto medido. Enjuague el recipiente de medición y vierta éstos en el tanque. Ajuste la tapa de la asperjadora y agite suavemente la asperjadora para mezclar su contenido. Retire la tapa, rellene con agua hasta el nivel correcto y mezcle de nuevo.
- Deseche los envases vacíos con seguridad y, si es posible, devuélvalos a los suministradores.

Aspersión. Mantenga la lanza a la altura correcta sobre el objetivo para lograr el ancho de estela requerida y un depósito uniforme. Evite asperjar cuando la velocidad del viento esté por encima de 6 kph, ya que la deriva puede ser un problema. Además, un aire muy quieto y condiciones soleadas pueden producir corrientes de convección que pueden causar deriva en direcciones impredecibles. Se puede reducir la deriva mediante una menor altura de las boquillas, menor presión y boquillas mayores.

El equipo de aplicación de disco giratorio o de gómulas controladas crea una fuerza centrífuga que divide el líquido en gómulas en la periferia del disco, que a menudo es aserrado para mejorar la uniformidad de la formación de gotas. El disco a menudo es accionado por un motor movido por baterías, pero algunos algunos son movidos por una bomba de aire manual. El líquido es llevado y depositado sobre el disco por gravedad y se aplican de 10 a 50 l/ha como una aspersión de media a gruesa. El volumen bajo de líquido de aspersión es especialmente útil donde el suministro o transporte del agua sea un problema. Otra ventaja del aplicador de disco giratorio es que el caudal del flujo y la velocidad del disco determinan el tamaño de las gómulas y, cuando se ajustan correctamente, los tamaños de las gómulas quedan en un rango estrecho de tamaños, permitiendo minimizar la deriva.

El mayor uso de los equipos de aplicación de disco giratorio o de gómulas controladas ha sido para aplicación de insecticidas y fungicidas, con tamaños de gómulas en el rango de 50 - 150 μ m. Para herbicidas son comunes tamaños mayores de gómulas, de 200 - 300 μ m are common.

El asperjado proveniente de disco giratorio es menos fácil de ver que el de boquillas hidráulicas y se debe tener cuidado para evitar contaminar al operador y para asperjar en el área objeto de la aplicación. Algunos modelos son frágiles y la duración de las baterías y el mantenimiento han causado problemas. Algunas formulaciones de herbicidas, hechas especialmente para aplicación mediante discos, contienen un pigmento blanco, el dióxido de titanio, que hace más visible el asperjado y su estela.

Otros tipos de equipos de aplicación. Los equipos de aplicación de granulados están compuestos por una tolva, un mecanismo de medición y un dispositivo de distribución. Para tratamientos por manchones de las malezas se sostiene manualmente la tolva y el gatillo permite que un pequeño volumen de gránulos caiga a través de un tubo rígido que los descarga sobre las malezas. Para la aplicación de los granulados en bandas el dispositivo medidor comúnmente consiste en un rotor acanalado o estriado accionado por una rueda terrestre motriz. Los gránulos caen por gravedad en los canales o estrías y se descargan a través de los tubos de distribución. Este tipo de dispositivo se puede acoplar a una sembradora. Para distribución total (al voleo, sobre todo el área) los gránulos se proyectan sobre una boquilla de impacto y se dispersan mediante una corriente de aire producida por un ventilador accionado por motor. Algunos herbicidas granulados se pueden aplicar a mano.

"Frotadores", "rodillos", "mechas" y "sogas" de malezas. En estos dispositivos una solución moderadamente concentrada de herbicida alimenta una superficie absorbente, la cual es frotada o rodada sobre la maleza objeto de control. Solamente se trata un área limitada de la maleza, por lo que esta técnica solamente se puede usar con herbicidas fácilmente translocables, como glifosato. El tratamiento puede ser selectivo donde las malezas sean más altas que el cultivo. El traslado del ingrediente activo al objetivo es muy efectivo, pero existen pocos herbicidas adecuados y limitadas situaciones cultivo/malezas para esta técnica. Bajo condiciones de baja humedad los equipos de aplicación tienden a secarse y también se contaminan con polvo y material vegetal que limita su efectividad.

Una **regadera** podría ser el único equipo disponible para aplicación de herbicidas en algunas fincas o predios pequeños, pero cuando se le acopla una roseta fina se puede usar para aplicar herbicidas.

La calibración de estos equipos de aplicación lleva los mismos criterios descritos para las asperjadoras de mochila, o sea, la velocidad de traslado, el caudal del herbicida y el ancho de estela.

Aspersión segura. La mayoría de las técnicas de aplicación entregan solamente una pequeña proporción del herbicida a la maleza objeto de la aplicación, mientras que el resto queda disponible a especies no objeto de la aplicación, que se encuentran en el medio y/o para contaminar las aguas superficiales o subterráneas.

Para una aplicación segura y efectiva el operador de la asperjadora (agricultor) debe aplicar la dosis adecuada de herbicida en el volumen de agua adecuado, usando una correcta calidad de aspersión, en el momento óptimo.

Para más información sobre todos los aspectos de la tecnología de aplicación vea a Matthews (1992).

Dosis reducidas y control integrado mecánico y químico

Por razones económicas y ambientales, los agricultores de países industrializados están tratando de lograr un efectivo control de las malezas con uso reducido de herbicidas. Algunas de las técnicas pueden ser aplicables, si no se usan ya, al control de malezas en países en desarrollo.

Las dosis recomendadas en las etiquetas se escogen para ofrecer una destrucción confiable de las malezas y selectividad del cultivo bajo una amplia variedad de condiciones de suelo y clima y en un rango de estadios de desarrollo. Sin embargo, la investigación y la experiencia práctica demuestran que en estadios tempranos de desarrollo y bajo condiciones adecuadas de suelo y de clima las dosis de muchos herbicidas se pueden reducir hasta un 50% sin disminución en la eficacia (Kudsk 1989).

Cuando se trata una población mixta de malezas la dosis la determina la especie menos susceptible. Metsulfuron controla *Papaver rhoeas* L. y *Stellaria media* (L.) Cyr. al 10% de la dosis recomendada, pero se requiere la dosis completa para *Galium aparine* L.. Fluoxypyr es especialmente efectivo contra *G. aparine* y una mezcla de los dos herbicidas asegura el control de un grupo de malezas a dosis muy bajas (Caseley *et al.*, 1993).

La aplicación a manchones de malezas en lugar del tratamiento de campos enteros permite considerables ahorros. Por ejemplo, los manchones de *Cirsium arvense* (L.) Scop. se pueden tratar con glifosato en trigo o cebada como un tratamiento pre-cosecha. Mochileros con lanzas manuales ofrecen un buen sistema para la aplicación por manchones, ya que el operador puede seleccionar el objetivo.

La combinación la labranza mecánica con el tratamiento de herbicidas puede reducir sustancialmente el uso de herbicidas. Esto se logra comunmente mediante la aspersión en bandas sobre los surcos plantados y las labores de cultivo mecánico del área entre surcos.

Después de las labranzas, las malezas desenraizadas o enterradas a menudo desarrollan nuevas raíces o tallos, respectivamente, lo cual les permite recuperarse. Esto es especialmente un problema bajo condiciones de suelo húmedo. El pre-tratamiento con dosis sub-letales (1-20% de las recomendadas) de herbicidas que inhiben el crecimiento, como las sulfonilureas, evita el nuevo enraizamiento y la recuperación de las malezas que han sido cultivadas (Caseley *et al.* 1993). Este tipo de herbicida también se podría usar para regular el crecimiento de plantas de cobertura del suelo con el fin de reducir la competencia con el cultivo.

REVISION SOBRE LA ACCION DE LOS HERBICIDAS

Introducción

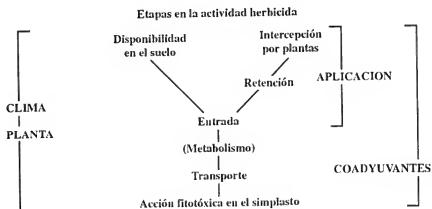
Esta sección brinda una revisión sobre la acción de los herbicidas. Para más información vea a Hance y Holly (1990) y Devine *et al.* (1993).

Los herbicidas destruyen las malezas interfiriendo los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis, que tiene lugar en el simplasto o sistema vivo de la planta. Para que la acción del herbicida tenga lugar deberá haber suficiente cantidad de ingrediente activo del compuesto para que éste entre en la maleza y sea transportado hacia el lugar de acción adecuado. En la Fig. 1 se muestran algunos de los principales pasos en la acción de los herbicidas y los factores que lo afectan.

Intercepción y retención del asperjado

Algunos herbicidas, como glifosato (un compuesto sistémico con movilidad a través del floema) y paraquat (un herbicida de contacto), entran en la planta exclusivamente a través de las partes aéreas. Sin embargo, muchos herbicidas que se aplican después de la emergencia de las malezas tienen, tanto actividad foliar como a través del suelo. Chlorsulfuron entra a la planta principalmente a través de la parte aérea, pero también a través de las raíces y su actividad en el suelo controla a las malezas que germinan después de la aplicación. El éxito de estos tratamientos foliares post-emergentes está en dependencia que suficientes gotas del asperjado sean interceptadas y retenidas sobre el follaje. El hábito de crecimiento plano de muchas plantas de hoja ancha ofrece una buena proyección para las gotas de la aspersión, mientras que el de las hojas erectas y estrechas de las gramíneas suele ser peor. El ángulo de las hojas también afecta la retención del asperjado. Por lo general hay mayores pérdidas en un follaje más erecto, especialmente cuando se asperjan gotas grandes.

Figura 1. Factores que afectan las etapas de la actividad de los herbicidas



En la medida en que las plantas crecen, su área foliar aumenta. Las gramíneas, en especial, se convierten en mejores objetos para las gotas de aspersión en la medida que la orientación de sus hojas se aplanan y se desarrollan tallos adventicios. Por esta razón muchos gramínicos post-emergentes se aplican a partir del estadio de desarrollo de dos hojas en lo sucesivo. Sin embargo, la demora de la aspersión con el objeto de optimizar la retención no debe ser la única consideración, ya que las plantas más adultas pueden necesitar una dosis mayor de herbicida para un control efectivo y la eliminación tardía de la maleza puede traer como consecuencia una competencia severa con el cultivo.

La naturaleza de la superficie foliar es otro factor importante que determina la retención del herbicida. La forma y disposición de las partículas de cera sobre las hojas de muchas gramíneas (p.ej. *Avena* spp.) produce una superficie áspera que repele el agua, por lo que las gotas grandes del asperjado tienden a rebotar o escurrir fuera de las hojas.

Las condiciones climáticas, bajo las que ha crecido la planta antes de la aspersión, afectan la intercepción y retención del asperjado. Las plantas que han estado sometidas a condiciones adversas de sequía o a condiciones frías, tienen hojas más pequeñas, usualmente cubiertas con cantidades considerables de cera epicuticular, que interceptan y retienen menos herbicida que las plantas que crecen bajo condiciones cálidas y húmedas. El efecto de la precipitación depende de su momento e intensidad. Una cubierta de rocío al momento de la aspersión puede aumentar la intercepción foliar mediante la alteración del ángulo de la hoja. Lluvias intensas poco tiempo después de la aplicación pueden lavar el herbicida de la hoja. Los compuestos solubles en agua, como glifosato, son menos "resistentes al lavado por lluvias inmediatamente después de la aplicación" que los herbicidas lipofílicos, como diclofop-metil, que se formulan como emulsiones.

Penetración foliar

La principal barrera para la absorción de los herbicidas es la cutícula, que cubre todas las superficies aéreas y minimiza las pérdidas de agua de la planta. La capa externa consiste en cera cuticular con extrusiones de cera epicuticular, que varía en forma con la edad de la hoja y con la especie. Las ceras son no-polares, afines al aceite en su naturaleza y repelen al agua. Debajo de la cera cuticular está la capa de cutina, que es más hidrofílica que las ceras. Los agentes tensoactivos y otros aditivos de las formulaciones de herbicidas juegan un papel importante en la retención y penetración del herbicida a través de las cutículas cerosas. Los lugares preferenciales de entrada de los herbicidas son las células de protección de los estomas, los pelos y los nervios foliares en las especies de hoja ancha. Los estomas penetran la superficie foliar, pero la mayoría de los agentes tensoactivos no son capaces de reducir la tensión superficial de las soluciones acuosas lo suficientemente como para permitir la entrada de los herbicidas a través de los estomas. Se exceptúan los tensoactivos a base de organo-silicona.

La velocidad de penetración es directamente proporcional a la concentración externa del herbicida y a la velocidad de su movimiento desde la superficie interna de la cutícula hacia el apoplasto.

Los herbicidas solubles en aceite penetran fácilmente la cutícula a través de sus componentes lipofílicos bajo un amplio rango de condiciones climáticas y vegetales,

mientras que los compuestos solubles en agua tienden a penetrar más lentamente, por lo que requieren de tensoactivos y de una cutícula hidratada para su penetración. Así, la absorción de herbicidas hidrosolubles aumenta por la alta humedad relativa, adecuada humedad del suelo y temperaturas cálidas (Devine 1988). El rocío o lluvias ligeras (< 0.5 mm/h) pueden aumentar la absorción del herbicida mediante al disolver nuevamente los depósitos del compuesto seco o cristalizado y pueden facilitar la redistribución del herbicida sobre la superficie de la planta, así como su depósito. Por ejemplo, en las gramíneas, la superficie adaxial de la vaina foliar sólo está cubierta ligeramente con cera, la humedad es alta y aquí la absorción es más rápida que sobre las superficies de las láminas foliares (Coupland *et al.* 1978).

Disponibilidad y destino de los herbicidas en el suelo

El éxito de un tratamiento de herbicida aplicado al suelo depende de la entrada de concentraciones tóxicas del producto en las raíces o la parte aérea de las malezas. Esto está determinado por la duración de la exposición al herbicida y su concentración en las fases líquida o gaseosa. Los factores que influyen sobre la efectividad de los herbicidas de activos en el suelo son la adsorción, el movimiento y la degradación, pero se debe enfatizar que estos son factores interactuantes. Además, las propiedades químicas y físicas del herbicida también son aquí de importancia clave.

Adsorción. El herbicida al entrar en contacto con el suelo se fracciona y pasa a las fases sólida, líquida y gaseosa. Solo el que llega a las últimas dos fases estará disponible para su absorción por la planta. El grado de adsorción sobre las partículas de suelo depende de su textura, el tipo de arcilla, el contenido de materia orgánica y la humedad del suelo. Los suelos arenosos tienen partículas relativamente grandes con un área superficial pequeña para la adsorción. Las arcillas tienen grandes áreas de superficie y alta capacidad para adsorber los herbicidas, siendo la montmorilonita más adsorbtiva que la illita o la caolinita. La materia orgánica es regularmente el factor más importante que determina la adsorción. De esta forma, algunos tipos de herbicidas, como las triazinas, no están disponibles a las plantas en suelos con un alto contenido de materia orgánica. Las dosis de los herbicidas activos en el suelo comúnmente se ajustan de acuerdo al contenido de materia orgánica del suelo.

El agua compete con los herbicidas por los sitios de adsorción, por lo que en suelos húmedos queda una mayor proporción del herbicida en las fases acuosas o gaseosas que en suelos secos. En el caso de herbicidas volátiles, con baja solubilidad en agua, como EPTC, la adsorción sobre los coloides es importante para su retención en el suelo, por lo que la aplicación sobre suelo húmedo conduce a mayores pérdidas hacia la atmósfera. Los herbicidas con presiones de vapor mayores a 15 m Pa, incluyendo triallate, trifluralin, vernolate, butylate y EPTC son comúnmente incorporados mecánicamente al suelo inmediatamente después de la aplicación para reducir las pérdidas de vapor. CDAA y propachlor también tiene altas presiones de vapor, pero no requieren incorporación mecánica, ya que son relativamente solubles en agua y penetran en el suelo con la lluvia o la irrigación. En el caso de herbicidas, como simazina, que se une fuertemente a los coloides del suelo, su aplicación sobre suelos húmedos resulta en una menor adsorción y mayor disponibilidad para su absorción por las plantas que su aplicación sobre suelo seco.

Los herbicidas cargados positivamente, como paraquat, no tienen actividad en el suelo, ya que quedan fijados fuertemente por los coloides de suelo cargados negativamente.

Los herbicidas que son ácidos o bases débiles se ionizan sólo parcialmente. A valores de pH bajos (< 5.0) las triazinas se cargan positivamente y quedan fuertemente unidas a los coloides del suelo, pero bajo condiciones neutras o alcalinas quedan más disponibles en la solución del suelo. Bajo estas condiciones se comportan como moléculas descargadas y la fuerza de enlace dependerá de propiedades como la solubilidad en agua y la presión de vapor.

Los herbicidas de un grupo químico dado tienden a adsorberse al suelo en relación inversa a su solubilidad en el agua. La distribución de los herbicidas entre los coloides del suelo y el agua regularmente se describe mediante el coeficiente de adsorción K_d , el cual se define como:

$$\frac{\text{g. de herbicida/g. de suelo}}{\text{g. de herbicida/ml de agua}}$$

Los valores K_d son mayores para los herbicidas fuertemente adsorbidos.

Movimiento. Independientemente de la incorporación mecánica de los herbicidas, el contacto con las raíces y partes subterráneas de las plantas depende del movimiento vertical en profundidad del herbicida en el perfil del suelo después de lluvias o irrigación. La cantidad de herbicida que se lixivia a través del suelo depende de su solubilidad y persistencia, del volumen de agua que esté pasando a través del suelo y de la relación de adsorción entre el herbicida y el suelo (K_d). A través de los macrosporos, tales como las quebraduras y las galerías hechas por lombrices de tierra, se produce un movimiento más rápido en profundidad del perfil de suelo, donde el herbicida se transporta tanto en solución como unido a partículas finas de suelo.

Cuando la evapotranspiración sobrepasa al movimiento del agua hacia abajo en el perfil del suelo, el herbicida en solución se mueve por capilaridad hacia la superficie del suelo. Este proceso ha conducido a daños por residuos de herbicidas en los cultivos subsiguientes en rotación, sobre todo con compuestos solubles en agua, relativamente móviles, tales como chlorsulfuron.

Durante lluvias intensas se produce el movimiento lateral del herbicida en solución y del que se encuentra unido a las partículas de suelo. Este se puede lavar mediante arrastre en la superficie del suelo, cuya cantidad dependerá de varios factores, como: la pendiente del lugar, el tipo de suelo, la cobertura del suelo, la intensidad y duración de la lluvia, las propiedades químicas y físicas del herbicida. El arrastre superficial es una de las causas principales de la contaminación de las aguas superficiales con herbicidas, que también puede producir una disminución de la eficacia del herbicida.

Degradación. La degradación de los herbicidas puede ser física, química y biológica. Compuestos como trifluralin son susceptibles a la degradación mediante la radiación UV y por esta razón requieren de incorporación mecánica. Algunos herbicidas, como metsulfuron, sufren fácilmente hidrólisis, especialmente a pH bajo.

Las enzimas microbianas (intra y extra-celulares) son responsables de la degradación de muchos compuestos y el uso continuado de algunas clases de plaguicidas, tales como los tiolcarbamatos, conduce a un incremento de la población de organismos degradantes de los herbicidas y a aumentar el nivel de pérdidas de éstos. Tanto los cultivos como las malezas absorben los herbicidas y comúnmente aquellos tolerantes los metabolizan (vea Metabolismo).

Para una información más completa sobre los tópicos abordados en esta sección vea a Hance (1980), Moyer (1987) y Walker (1987).

Translocación del herbicida

Después de la penetración en las hojas y la absorción por las raíces, muchos herbicidas se mueven hacia otras partes de la planta en el apoplasto y el simplasto.

El apoplasto es una red interconectada de tejido no vivo, que incluye las paredes celulares y el xilema conductor del agua. Este está limitado externamente por la cutícula e internamente por la membrana más externa de la célula, el plasmolema. Los herbicidas que entran en la raíz (p.ej. atrazina), se mueven en el xilema con la corriente transpiratoria y siguen el movimiento del agua hasta las puntas de las hojas en las monocotiledóneas, o hasta sus márgenes, en las dicotiledóneas. Los herbicidas se acumulan donde se pierde el agua por evaporación y esto generalmente se refleja en la cronología y localización de los síntomas fitotóxicos.

La pérdida de agua desde una planta está determinada por la luz, la temperatura, la velocidad del viento y la humedad, así como por la disponibilidad de agua en el suelo. Sin embargo, en la medida en que el agua del suelo se hace menos disponible, otros factores pueden desplazar a aquellos más elementales que controlan la transpiración. Bajo condiciones adversas de humedad de suelo puede ocurrir una inversión de la corriente transpiratoria, por lo que el agua presente en las hojas será absorbida y conducida hacia las raíces. Bajo estas condiciones, se ha observado que diquat, aplicado al follaje de la papa como desecante, produce pudrición del extremo del tubérculo (Headford y Douglas 1967).

Un herbicida absorbido por las raíces y distribuido normalmente en el sistema del xilema, será transportado principalmente hacia las hojas abiertas, lo cual es un patrón ideal de distribución para cualquier compuesto inhibidor de la fotosíntesis. Por otra parte, a menos que tenga lugar alguna redistribución posterior dentro de la planta, este patrón no es adecuado para herbicidas, cuyo modo de acción esté asociado con los procesos de crecimiento. En tales casos, se debe producir una redistribución del compuesto hacia los ápices de crecimiento, proceso que involucra también al simplasto. Este último es un sistema vivo interconectado de células vegetales, que incluye al floema, que contiene el citoplasma metabólicamente activo, limitado en su parte externa por el plasmolema y por la parte interna de la membrana vacuolar, el tonoplasto. Este contiene organelos, como los cloroplastos y los mitocondrios. Los puntos de acción de todos los herbicidas están localizados en el simplasto.

Los azúcares producidos por la fotosíntesis en los tejidos verdes de las plantas (fuentes) son conducidos en el simplasto hacia las regiones, donde tiene lugar el crecimiento y el

almacenamiento. En la mayoría de las circunstancias los herbicidas se mueven fuera de la hoja tratada solo a través del floema y los herbicidas o componentes de formulación que interfieran con el transporte en el floema limitan la translocación del herbicida. Usualmente el lento desarrollo de los síntomas fitotóxicos, como se observa por ejemplo con glifosato, está asociado a una translocación más efectiva del herbicida. La fuerza de la actividad de fuentes individuales cambian durante el año en respuesta a la senescencia de las hojas y a cambios en el desarrollo de la planta, como la floración, la formación de semillas y el desarrollo de órganos de almacenamiento. Las hojas muy jóvenes se comportan como depósitos, por lo que resultan ser pobres objetivos para la aplicación de herbicidas sistémicos. Las hojas que completan su desarrollo sobre plantas jóvenes tienden a exportar azúcares (y herbicidas) principalmente hacia el ápice del tallo. En la medida que la planta crece, el patrón de exportación se dirige más hacia las raíces y los órganos subterráneos. Es en esta etapa que la aplicación del herbicida generalmente produce buen control sobre especies perennes, como *Imperata cylindrica* (L.) Rauschel.

Además del estadio de desarrollo de la planta, los factores del ambiente también afectan el flujo de azúcares en el floema. Factores adversos que disminuyen la velocidad de crecimiento de la planta, como las bajas temperaturas y la sequía, reducen el potencial de eliminación o depósito, por lo que menos herbicida tiende a ser translocado. Otros factores, como la baja intensidad de luminosidad, limitan la producción de azúcares en las hojas y reduciendo la actividad de generación, con lo que pueden perjudicar la acción de herbicidas sistémicos. Por estas razones, normalmente se recomienda que los herbicidas sistémicos se deben aplicar cuando las malezas están en una fase de crecimiento activo.

Metabolismo

El metabolismo de los herbicidas en las plantas constituye el mecanismo más importante de selectividad de los herbicidas entre malezas y cultivos o entre malezas susceptibles y tolerantes. Las plantas tolerantes detoxifican al herbicida con suficiente rapidez como para evitar que cantidades fitotóxicas del ingrediente activo se acumulen en el simplasto. El metabolismo de los herbicidas involucra transformaciones que aumentan la solubilidad en agua y esto regularmente es seguido por la conjugación con azúcares o aminoácidos. Bentazon tiene un margen de selectividad de 200 veces entre el arroz y *Cyperus serotinus* Rottb., debido a su rápida hidroxilación, seguida de su conjugación con glucosa en el arroz (Mine *et al.* 1975). El margen de selectividad de muchos herbicidas, como isoproturon en trigo, es mucho más estrecho y la seguridad del cultivo está fuertemente influida por la variedad, el estadio de desarrollo y las condiciones climáticas.

La selectividad de algunos herbicidas, como los tiolcarbamatos y las sulfonilureas, se puede aumentar en cultivos gramíneos mediante el uso de sustancias protectoras, que promueven la degradación y conjugación del herbicida en el cultivo, pero no en las malezas. Las sustancias protectoras se usan como coberturas de semillas o en mezclas con el herbicida. Actualmente existen 15 combinaciones de herbicida/sustancia protectora en el mercado y en la Tabla 5 se muestran algunos representantes para los principales cultivos.

Tabla 5. Ejemplos de combinaciones herbicida/sustancia protectora y sus usos, (según Komives 1992).

Cultivo	Herbicida	Sustancia Protect.	Aplicación
Maíz	EPTC	dichlormid	mezcla de tanque
Trigo	fenoxaprop-etil	fenclorazole-etil	mezla de tanque
Arroz	bensulfuron-metil	dimepiperato	mezcla de tanque
Sorgo	metolachlor	cyometrinil	cobertura de semilla

En contraste con las sustancias protectoras, ciertos compuestos sinérgicos aumentan la actividad herbicida mediante la prevención de su metabolismo. Así, aminotriazole se inactiva en algunas malezas por condensación con serina, cuya reacción es inhibida por el tiocianato de amonio, que se incorpora en varias formulaciones de este herbicida.

La inhibición del metabolismo de los herbicidas es deseable en las malezas, pero se debe tener cuidado de no dañar los cultivos. El control de malezas en arroz con propanil puede causar severa fitotoxicidad en el cultivo si se aplican insecticidas carbámicos u organofosforados inmediatamente antes o con el herbicida. Los insecticidas inhiben la hidrólisis del propanil por la aril acilamilasa, que es la principal vía de detoxificación que aporta tolerancia a este herbicida en el arroz (Matsunaka 1968).

El metabolismo, que confiere tolerancia a los herbicidas en los cultivos, también se presenta en malezas. Por ejemplo, la acción débil de metribuzin contra *Ipomoea hederacea* (L.) Jacq. es debida a una rápida desaminación. El uso repetido de herbicidas con similar composición química puede conducir a la selección de biotipos resistentes a los mismos, con mayor capacidad para degradarlos, como *Alopecurus myosuroides* Huds. resistente a isoproturon (Moss y Cussans 1991).

Se ha estimado que menos del 1% del herbicida que llega a la superficie de la planta interactúa en el punto de acción, por lo que para muchos herbicidas y especies, el metabolismo es la principal causa de pérdidas del ingrediente activo.

Puntos de acción de los herbicidas

La mayoría de los grupos de herbicidas afectan, bien la fotosíntesis o la división celular y el crecimiento, pero algunos herbicidas parecen afectar más de un punto (Tabla 6). Así, bromoxynil nitrilo inhibe la fotosíntesis y desacopla la fosforilación oxidativa. Los herbicidas de un mismo grupo químico generalmente tienen el mismo sitio de acción, pero esto no siempre es así. Por ejemplo, la anilida propanil inhibe la fotosíntesis, mientras que otro miembro de este grupo, diflufenican, inhibe la biosíntesis de carotenoides.

Herbicidas que interfieren con la fotosíntesis. Alrededor del 35% de todos los herbicidas disponibles comercialmente interfieren con la fotosíntesis, que es el proceso involucrado en la conversión de energía luminosa en energía química, para así producir la liberación de oxígeno y la transformación del CO_2 en azúcares.

Herbicidas del Fotosistema 1 (FS1) (Tablas 6 y 7). Estos son los compuestos bipiridílicos, diquat y paraquat, que desvían el flujo de electrones en el extremo terminal del Fotosistema 1. La acción de estos herbicidas es, por lo tanto, dependiente de la luz para promover el flujo de electrones y del oxígeno para producir el superóxido fitotóxico, peróxido de hidrógeno, y el altamente dañino radical libre: hidroxil.

Estos radicales fitotóxicos interactúan rápidamente con los lípidos de las membranas y con los aminoácidos de las proteínas y ácidos nucleicos enzimáticos, produciendo rápida filtración de las membranas y destrucción del tejido foliar, lo que da una apariencia de mojado por agua, que es seguida de necrosis y desecación.

Inhibidores del Fotosistema 2 (FS2) (Tablas 6 y 7). Estos bloquean el transporte de electrones mediante la interacción con un polipéptido en la membrana de los cloroplastos. La especificidad de este sitio de acción requiere del elemento estructural -CO-N< o

-N = C-N< para la acción inhibitoria y éstos se encuentran en la mayoría de los herbicidas de este grupo (Tabla 7).

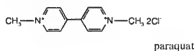
Cuando la clorofila absorbe la energía luminosa para activar el flujo de electrones desde el agua, ésta se excita hasta un denominado "estado de singlete" (^1Cl). Si la energía de excitación no es utilizada porque el flujo de electrones está detenido, puede excitar al oxígeno a un "estado de singlete" ($^1\text{O}_2$). Esta forma altamente dañina de oxígeno puede interactuar con los lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y otras moléculas celulares para causar la desorganización celular y, como consecuencia, la muerte de la planta. Esto se refleja en la aparición de síntomas fitotóxicos, como la clorosis y la necrosis.

TABLA 6. Grupos de herbicidas y sus puntos de acción.

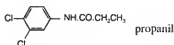
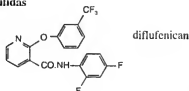
Grupos	Ejemplo	Acción principal probable	Función afectada
Bipiridilos	paraquat	[transporte fotosintético de electrones <u>desviado</u> en el Fotosistema 1]	Fotosíntesis
Anilidas	propanil	[transporte fotosintético de electrones <u>inhibido</u> en el Fotosistema 2]	
Nitrilos	bromoxynil		
Triazinas	atrazina		
Triazinonas	metribuzin		
Ureas	diuron		
Uracilos	lenacil		
Difenil éteres	acifluorfen	[inhibida la síntesis de clorofila]	
Anilidas	diflufenican	[bloqueada la síntesis de carotenoides]	
Piridazinonas	norflurazon		
ésteres de ácidos ariloxi- Fenoxi-alcanoicos ácidos haloalifáticos Oximas Tiolcarbamatos	dichlofop- metil dalapon sethoxydim EPTC	[inhibida la biosíntesis de lípidos]	
Amidas Carbamatos Cloroacetanilidas Dinitroanilinas	difenamida asulam alachlor pendimetalin	[inhibida la división celular]	
ácidos arilcarboxílicos ácidos (ariloxi)alcanoicos ácidos quinolino- carboxílicos	dicamba 2,4-D, MCPA quinclorac	[acción sobre el ácido indol-acético (AIA)?]	Crecimiento
Nitrilos	bromoxynil	[desacoplada la fosforilación oxidativa]	
Imidazolinonas Sulfonilureas	imazethapyr metsulfuron	[bloqueada la síntesis de amino-ácidos de cadena ramificada]	
Compuestos Organofosforados	glifosato	[bloqueada la síntesis de amino-ácidos aromáticos]	
	glufosinato	[bloqueada la síntesis de glutamina]	

Tabla 7. Grupos de herbicidas y ejemplos de estructuras.

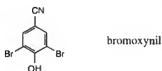
Bipiridilos



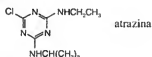
Anilidas



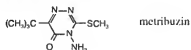
Nitrilos



Triazinas



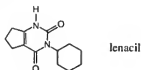
Triazinones



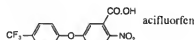
Ureas



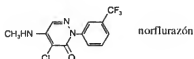
Uracilos



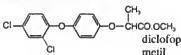
Difenil éteres



Piridazinonas



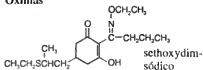
**Esteres de ácido
ariloxifenoxialcanoico**



Ácidos haloalifáticos



Oximas



Tiocarbamatos



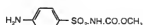
Tabla 7. Continuación

Amidas



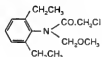
difenamida

Carbamatos



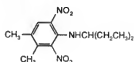
asulam

Cloroacetanilidas



alachlor

Dinitroanilinas



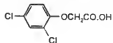
Pendimetalin

Acidos arilcarboxílicos



dicamba

Acidos ariloxialcanoicos



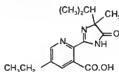
2,4-D

Acidos carboxílicos de quinolina



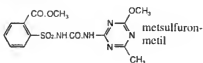
quinclorac

Imidazolinonas



Imazethapir

Sulfonilureas



metsulfuron-metil

Compuestos organofosforados

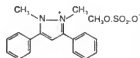


glufosinato (amónico)

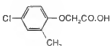
Compuestos miscelaneos



amitrol



Difenzoquat sulfato de metilo



Inhibidores de la biosíntesis de pigmentos. La biosíntesis de la clorofila está íntimamente relacionada con el desarrollo de una estructura tilacoidea funcional en el tejido foliar verde y las clorofilas son esenciales para absorber la luz. Además de la absorción de la luz, los carotenoides son agentes protectores importantes para reprimir los dañinos oxígeno singlete ($^1O_2$) y clorofila tripleta (^3Cl), producidos por el exceso de energía de excitación, que es especialmente importante a altas intensidades luminosas. Como regla general, los herbicidas que bloquean la síntesis de pigmentos producen blanqueado o decoloración.

Inhibidores de la biosíntesis de clorofila (Tablas 6 y 7). Se considera que los difenil-etéres interactúan con la ácido α -aminolevulínico (ALA) deshidrogenasa y otras enzimas en la senda de la biosíntesis de la clorofila, lo que causa una acumulación anormal de tetrapirrol. Esto produce una acumulación de precursores incapaces de traspasar la energía luminosa absorbida a los centros de reacción del fotosistema. Se producen grandes cantidades de $^1O_2$ que reaccionan con los lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, que causa la destrucción de las membranas y una rápida decoloración. Estos precursores, como ALA y tetrapirrol, se denominan fotosensibilizadores. La clorofila también es un fotosensibilizador, pero esta disipa la energía de excitación a través de la vía de transporte de electrones.

Inhibidores de la biosíntesis de carotenoides (Tablas 6 y 7). Norflurazon y diflufenican inhiben las "reacciones de desaturación" en la biosíntesis de carotenoides, mientras que el amitrol bloquea otra etapa no identificada en esta senda. En ausencia de la represión del ^3Cl y el $^1O_2$ por el caroteno, los pigmentos de clorofila se blanquean. Este síntoma es especialmente evidente en tejidos recién desarrollados.

Inhibición de la síntesis de lípidos (Tablas 6 y 7). Los ácidos grasos y los ácidos grasos de cadena larga son necesarios en la formación de los componentes lípidos de las membranas y ceras cuticulares, respectivamente. Los herbicidas ariloxifenoxipropiónicos y las oximas inhiben la enzima inicial en la biosíntesis de los ácidos grasos, la acetil Coenzima A carboxilasa, mientras se estima, que los tiolcarbamatos bloquean la formación de ácidos grasos de cadenas muy largas, posteriormente en esta senda. La falta de producción de ácidos grasos conduce rápidamente al desorden de las membranas, lo cual se refleja en el cese de la división celular y la necrosis del tejido meristemático. A dosis sub-letales, se producen hojas con poca cera cuticular, lo que puede afectar su respuesta a los plaguicidas y patógenos. Solamente las especies gramíneas son afectadas por los herbicidas de ésteres de ácidos ariloxifenoxi-alcanoicos y oximas, cuyo mecanismo de selectividad ha sido discutido por Owen (1991).

Inhibición de la división celular (Tablas 6 y 7). Varias clases de herbicidas, como las dinitro-anilinas y los carbamatos, inhiben la división celular mediante su interacción con los microtúbulos. La formación de microtúbulos del huso mitótico es una condición para la separación de nuevos cromosomas. Las puntas de las raíces expuestas a dinitroanilinas y carbamatos se abultan, la mitosis se detiene y un reducido número de microtúbulos usualmente se observan.

Herbicidas que imitan al ácido indolacético (AIA) (Tablas 6 y 7). Casi 50 años después de la introducción de los primeros herbicidas del "tipo auxina u hormonales", su sitio de acción permanece desconocido. No obstante, está ampliamente aceptado que estos actúan como si fueran auxinas persistentes que previenen las fluctuaciones normales de los niveles de la auxina natural, ácido indolacético (AIA), que son necesarias para un crecimiento ordenado. El exceso de AIA se degrada rápidamente en la planta, pero los reguladores sintéticos del crecimiento, como 2,4-D, no son afectados por los sistemas regulatorios endógenos y, como consecuencia, se desorganiza el crecimiento.

El tratamiento de una planta de hoja ancha en rápido crecimiento puede producir alteración epinástica en unos minutos y el crecimiento puede cesar en unas horas. Después de un período de días, el ácido nucleico y las proteínas se acumulan en el tejido basal inmaduro, como los peciolo, donde la proliferación anormal de células da origen a tumores, callos y raíces adventicias. Mientras tanto, los ápices normales son desprovistos de ácido nucleico y proteínas, por lo que el crecimiento se detiene. La proliferación de tejido vascular evita las funciones normales de translocación, las raíces dejan de absorber agua y nutrientes y finalmente la planta muere. El incremento del nivel de etileno puede estar relacionado con los efectos epinásticos observados en las plantas tratadas. El fundamento de la tolerancia de las gramíneas y la susceptibilidad de las plantas de hoja ancha no se comprende desde el punto de vista fisiológico.

Inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos. Los aminoácidos son componentes esenciales de las proteínas. El bloqueo de la síntesis de aminoácidos afecta la biosíntesis enzimática y el metabolismo vegetal en general. Los denominados "aminoácidos esenciales" solamente se encuentran en plantas y microorganismos, por lo que los herbicidas que inhiben su biosíntesis tienden a ser de baja toxicidad para los mamíferos. Sin embargo, bialafos y glufosinato, herbicidas que inhiben la síntesis de glutamina, un aminoácido importante en los animales, son también de baja toxicidad para mamíferos.

Los microorganismos se han usado ampliamente para evaluar y dilucidar el modo de acción de los herbicidas que inhiben la biosíntesis de los aminoácidos. Las técnicas de biología molecular han permitido el clonaje y sobreproducción de enzimas, que son puntos de acción de los herbicidas, lo que ha facilitado realizar estudios *in vitro* de la acción de estos compuestos. Durante los últimos 20 años, nuevos grupos de herbicidas han sido descubiertos, los que interactúan con las sendas de biosíntesis de tres tipos de aminoácidos: los aromáticos, los de cadena ramificada y la glutamina.

Inhibición de la biosíntesis de aminoácidos aromáticos (Tablas 6 y 7). Glifosato inhibe la vía shikimato y es el único herbicida comercializado que afecta la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos. Se trata de uno de los herbicidas más móviles por el floema y es especialmente efectivo contra las malezas perennes, al acumularse en el tejido meristemático de los tallos, raíces y órganos de almacenamiento. Como resultado, la división celular y el crecimiento se detienen y una semana o más después, el follaje se torna clorótico.

Inhibición de la síntesis de glutamato (Tablas 6 y 7). El amoniaco se asimila dentro de los aminoácidos a través de la vía del ciclo de la glutamato- intetasa.

Los inhibidores de la enzima glutamina sintetasa (GS) están estructurados de modo análogo al ácido glutámico y se cree que ellos se fijan irreversiblemente al sitio catalítico de la enzima, lo cual produce una rápida acumulación de niveles altos de amoniaco y un agotamiento de la glutamina y de varios otros aminoácidos en las plantas. Estos efectos están acompañados de una rápida declinación de la fijación fotosintética de CO_2 y son seguidos por clorosis y desecación de los tejidos de las plantas.

Dos herbicidas comerciales inhiben la glutamina sintetasa: glufosinato y bialafos. Este último es producido por *Streptomyces hygroscopicus* y es un pro-herbicida que requiere someterse a hidrólisis en la planta hasta el inhibidor de la GS, glufosinato. Ambos herbicidas no son selectivos.

Se han producido cultivos transgénicos resistentes a bialafos y a glufosinato.

Inhibición de la síntesis de aminoácidos de cadena ramificada (Tablas 6 y 7). La

acetohidroxi-sintetasa ácida es el primer paso de una senda combinada responsable de la biosíntesis de valina, leucina e isoleucina. Esta enzima se inhibe por varios tipos diferenciados de herbicidas, dentro de las cuales están las sulfonilureas y las imidazolinonas como las más extensamente desarrolladas y comercializadas.

Después de un tratamiento al follaje de plántulas de maíz con chlorsulfuron, el crecimiento de las hojas y la síntesis de ADN se detuvieron dos y diez horas después, respectivamente. La actividad meristemática de los tallos y de las raíces se detuvo rápidamente, pero sobre las hojas maduras solamente se desarrolló clorosis después de varios días. Cultivos transgénicos resistentes a las sulfonilureas y a las imidazolinonas han sido ya producidos.

Selectividad

Los tratamientos selectivos destruyen las malezas con poco o ningún daño al cultivo. La selectividad puede ser a causa de las propiedades del herbicida, de atributos de la planta, del momento de la aplicación del herbicida, de la técnica de aplicación o una combinación de estos factores. Los tratamientos no selectivos o totales persiguen destruir todas las especies presentes y se usan antes de la siembra del cultivo, inmediatamente antes de la cosecha o en áreas no cultivables. Sin embargo, con frecuencia se observan respuestas diferentes de distintas especies a bajas dosis de los herbicidas.

Selectividad herbicida/cultivo. Un herbicida "selectivo" puede ser aplicado a toda el área cultivable para el control de las malezas, con efecto mínimo sobre el cultivo. Esta fitotoxicidad diferenciada entre las especies de cultivo y de malezas es el resultado de uno o más de los siguientes factores: intercepción, retención, penetración, movilidad, metabolismo y actividad en el punto de acción del herbicida. Ya hemos discutido el papel de cada uno de estos pasos en la actividad herbicida y su potencial para influir sobre la selectividad. El metabolismo del herbicida es el mecanismo de selectividad más generalizado, el cual es dependiente de la dosis en uso. Atrazina a 2-3 kg i.a./ha es selectiva en maíz, pero a 9 kg i.a./ha es un herbicida total. Un grupo de herbicidas que son ésteres, como imazamethabenz-metil, son inactivos a menos que sean hidrolizados a ácidos, que son más móviles en el floema que los ésteres. En el trigo tolerante, la desesterificación es relativamente lenta, pero en las susceptibles *Avena* spp., el ácido fitotóxico se forma rápidamente. Este tipo de herbicida es a veces conocido como un sustrato suicida. El mayor margen de selectividad se encuentra en herbicidas que son incapaces de interactuar en el punto de acción del cultivo. Los ésteres ariloxifenoxialcanoicos, como fluzifop-butil, inhiben la acetil co-enzima A en gramíneas, pero en plantas de hoja ancha la topografía del nicho objeto evita la acción y no se produce efecto herbicida.

Los mecanismos de selectividad de los herbicidas arriba descritos para cultivos, también se detectan en especies de malezas que no mueren con el tratamiento. El desarrollo de biotipos resistentes a herbicidas de especies de malezas se puede reducir mediante la rotación del uso de herbicidas con diferente composición química y modo de acción. La rotación de cultivos, que permita la introducción de otros herbicidas y otras prácticas culturales, como el cultivo mecánico, pueden contribuir a retrasar o evitar el surgimiento de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas.

Tanto las técnicas convencionales de mejoramiento genético vegetal como las de biología molecular se han usado para aportar resistencia a las plantas cultivables, para así explotar el incremento del metabolismo, la modificación de los nichos- objeto de acción y la sobre-abundancia de la enzima objeto. Esto permite que herbicidas no selectivos, como glifosato y glufosinato, sean usados en cultivos como soya y papa, para así

aumentar el grupo de cultivos en los cuales se pueden usar herbicidas como las sulfonilureas y las imidazolinonas. Este desarrollo aumenta las opciones de uso de herbicidas, seguros para el operador y benignos en el ambiente, así como disponibles para su inclusión en programas de manejo integrado de malezas.

Momento de aplicación. Tratamientos no selectivos, como glifosato, son ampliamente usados para destruir malezas y plantas de cultivo indeseables, antes de las labranzas y la plantación en los sistemas de labranza mínima. Glifosato también se puede usar en cereales como tratamiento inmediatamente anterior a la cosecha para el control de malezas perennes. Herbicidas de contacto, como paraquat, se pueden usar después de la plantación, por ejemplo en papa, con hasta un 10% de emergencia de la planta cultivable.

Los herbicidas no selectivos también se pueden aplicar cuando los cultivos perennes están latentes, como glifosato en espárrago.

Para muchos cultivos la selectividad es dependiente del estadio de desarrollo. 2,4-D daña al trigo si se aplica antes del estadio de desarrollo de cuatro hojas o después de la formación de nudos. En este caso la fitotoxicidad herbicida está asociada a una rápida actividad meristemática.

Aplicación dirigida. El contacto de la aspersión con el cultivo se puede evitar, bien dirigiendo la aspersión sobre el objeto de interés a controlar o mediante el uso de pantallas. De esta forma, se pueden usar herbicidas que normalmente son fitotóxicos a los cultivos. Esta técnica se usa extensamente en árboles, arbustos frutales y viñedos. Sin embargo, con tratamientos post-emergentes, como glifosato, se debe tener gran cuidado de evitar la deriva de la aspersión.

Protección en profundidad. La profundidad de ubicación de las raíces, especialmente de cultivos perennes, contribuye a la selectividad. Ciertos herbicidas, como simazina, permanecen en la capa superficial del suelo y pueden ser usados en cultivos susceptibles de raíces ubicadas profundamente, como los árboles frutales. El mismo principio se aplica a otras situaciones. Los cultivos anuales se pueden sembrar debajo de la capa de suelo alcanzada por el herbicida, con lo que se evita su absorción por las raíces, como en el trigo tratado en pre-emergencia con tri-allate.

En la mayoría de las situaciones la selectividad es relativa y depende de varios mecanismos. Esta es usualmente afectada por la variedad del cultivo, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, la dosis del herbicida, su formulación y aplicación. Debido a las complejas interacciones involucradas en la selectividad, es importante evaluar los nuevos herbicidas sobre las nuevas variedades de los cultivos bajo condiciones locales antes de su uso en el campo.

CARACTERIZACION DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE HERBICIDAS

Desviadores del Fotosistema I: bipiridilos

Características generales. Diquat y paraquat son herbicidas de contacto, no selectivos, de acción rápida, con una limitada movilidad en el apoplasto. Estos son menos móviles cuando se aplican bajo radiación solar intensa y en los trópicos se obtiene un control más prolongado de las perennes mediante aplicación al atardecer. Dosis muy bajas de bromacil o diuron, que bloquean el flujo de electrones en el fotosistema (FS) 2, previenen una rápida acción de los bipiridilos bajo radiación solar intensa, lo que sinergiza la actividad de diquat y paraquat (Headford 1967). Ambos herbicidas penetran

al follaje muy rápidamente y son resistentes a la lluvia dentro de 10 minutos después de la aplicación en la mayoría de las situaciones. Los bipiridilos son cationes que se fijan fuertemente a los coloides del suelo, por lo que no manifiestan actividad a través del mismo.

Diquat y paraquat se usan en sistemas de labranza mínima para el control de malezas antes o después de la plantación, pero generalmente antes de un 10% de emergencia del cultivo. Estos se aplican como aspersiones dirigidas o protegidas con pantallas en muchos cultivos perennes templados y tropicales. Ambos se usan como desecantes para facilitar las cosechas y diquat se puede usar en ciertas situaciones de malezas acuáticas. Paraquat tiende a ser más activo contra gramíneas y diquat contra especies de hoja ancha.

Problemas. Paraquat posee una alta toxicidad para los mamíferos (DL_{50} oral para ratas es de 120 mg de ión paraquat/kg de peso corporal) y su uso ha sido prohibido en un grupo de países. Para reducir el riesgo de ingestión accidental comúnmente se formula con un agente emético y un tinte de coloración brillante. El concentrado se debe almacenar y manipular con gran cuidado y la solución diluida se debe aplicar con seguridad, siempre siguiendo las instrucciones de la etiqueta y usando ropa protectora. La toxicidad para mamíferos de diquat es menor (DL_{50} oral para ratas es de 230 mg de ión diquat/kg de peso corporal) y cuando se diluye para control de malezas acuáticas tiene una toxicidad inferior, tanto para los peces como para los mamíferos.

El uso repetido de los bipiridilos en cultivos perennes ha conducido al desarrollo de biotipos tolerantes de 13 especies de malezas (LeBaron 1991).

Inhibidores del Fotosistema 2: triazinas

Características generales. Las triazinas tienen relativamente baja solubilidad en agua y se formulan como polvos humedecibles, concentrados suspensibles y granulados. Su volatilidad y fotodescomposición son bajas, siendo estables sobre las superficies de las plantas y el suelo. Comúnmente se aplican al suelo, donde son absorbidos por las raíces y, en menor medida, por las partes subterráneas de la planta, donde se mueven con la corriente transpiratoria del apoplasto. Generalmente requieren de lluvia o irrigación para su movilidad en el suelo y son más efectivas cuando se aplican sobre suelo húmedo comparado con suelo seco. Cuando se aplican con coadyuvantes, la mayoría de las triazinas pueden ser absorbidas foliarmente. Estos herbicidas son activos contra un amplio espectro de malezas de hoja ancha y gramíneas. La selectividad puede deberse a la protección en profundidad, ya que el herbicida puede permanecer por encima de las raíces del cultivo; al metabolismo del herbicida en el cultivo o a una combinación de ambos. La movilidad hacia abajo en el suelo depende de las propiedades químicas del herbicida, como son la solubilidad en agua, la capacidad para ser adsorbido por los coloides del suelo y las propiedades del suelo, tales como el contenido de materia orgánica, de arcilla y de agua.

Con la excepción de cyanazina, la toxicidad para mamíferos es baja (Tabla 2).

La afinidad de atrazina para ser adsorbida por los coloides del suelo es de moderada a alta por lo que las dosis se deben ajustar según el tipo de suelo. En suelos de alto contenido de materia orgánica, este herbicida solo debe usarse en post-emergencia. Su efecto generalmente brinda control de las malezas durante todo el ciclo del cultivo. Atrazina es el inhibidor del Fotosistema 2 más extensamente usado. Su uso se extiende a más de 7 millones de ha de maíz a nivel mundial anualmente. Sorgo, caña de azúcar y piña son otros cultivos beneficiados con este herbicida. Generalmente se aplica en PPI, en pre y post-emergencia temprana (acompañado de un coadyuvante oleoso) y controla

muchas especies anuales gramíneas y de hoja ancha, pero su efecto es pobre sobre *Digitaria spp.*, *Panicum dichotomiflorum* Michx. A dosis altas se utiliza para el control total de malezas en áreas no cultivables.

Cianazina se enlaza con menor fuerza a los coloides del suelo que la atrazina y la tolerancia del maíz es limitada en suelos degradados, con bajo contenido de materia orgánica. Es más activa contra gramíneas problemáticas que atrazina, pero más débil contra *Amaranthus spp.* y *Abutilon theophrasti* Medic.. Se aplica como PPI, en pre y post-emergencia temprana en maíz y, en menor grado, en colza y trigo. En el maíz, su vida corta en el suelo, de 7-10 semanas, le convierten en una opción ideal para reemplazar a atrazina y simazina, sobre todo cuando le seguirán cultivos susceptibles a estos herbicidas en la rotación.

Metribuzin. Esta triazina asimétrica posee una alta solubilidad en agua (1200 ppm), es relativamente móvil en el suelo, donde persiste durante todo el ciclo de desarrollo de la mayoría de los cultivos anuales. Metribuzin se usa en PPI y pre-emergencia para eliminar malezas de hoja ancha y gramíneas en soya, papa, tomate, alfalfa y caña de azúcar. También se usa en post-emergencia temprana en papa y tomate.

Prometrina se fija fuertemente a los coloides del suelo, con muy limitada movilidad y persistencia en el suelo: de 1 a 3 meses. Se usa en PPI y pre-emergencia para el control de malezas gramíneas y de hoja ancha en algodón.

Propazina. El comportamiento en el suelo es como el de prometrina, excepto que persiste durante 12-18 meses. Se usa en PPI y pre-emergencia para el control de malezas gramíneas y de hoja ancha en sorgo.

Simazina se fija fuertemente a los coloides del suelo, con limitada movilidad en el suelo y sus dosis se ajustan de acuerdo con el contenido de materia orgánica y de arcilla del suelo. Simazina brinda control de malezas durante la mayor parte del ciclo de desarrollo de los cultivos y sus residuos pueden dañar a cultivos susceptibles subsiguientes en la rotación. Este herbicida no se absorbe foliarmente, solo lo hace a través de las raíces y se aplica en pre-emergencia o en post-emergencia de las malezas en combinación con un herbicida de contacto, como paraquat. Simazina controla malezas anuales de hoja ancha y gramíneas, incluyendo a algunas especies tolerantes a atrazina. Simazina se usa en PPI y pre-emergencia en maíz y en cultivos perennes establecidos, p.ej. alfalfa, caña de azúcar y especies leñosas. Se usa a dosis altas para el control total de malezas en áreas no cultivables.

Problemas. En climas áridos y en suelos de pH altos, la residualidad y el daño a los cultivos subsiguientes pueden ser un problema, sobre todo con atrazina y simazina.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas con atrazina y, en menor grado, por simazina, ha conducido a la prohibición o a restricciones de su uso en algunos países, especialmente para el control total de malezas en áreas no cultivables, donde suelen aplicarse a dosis superiores a 9 kg de i.a./ha. El uso repetido de triazinas, especialmente en maíz y sorgo, ha conducido al desarrollo de biotipos resistentes de 40 especies de malezas de hoja ancha con puntos de acción de tipo Fotosistema 2 modificado, así como 17 especies gramíneas, en los que la resistencia se debe principalmente a un aumento del metabolismo del herbicida (LeBaron 1991).

Inhibidores del Fotosistema 2: ureas sustituidas y uracilos

Características generales. La mayoría de las ureas sustituidas tienen muchas

características en común con las triazinas, pero su persistencia en el suelo, a dosis selectivas en los cultivos, tiende a ser menor (3 a 6 meses). Su solubilidad en agua y adsorción a los coloides del suelo están influidos por el número de átomos de cloro en la molécula. Fenuron no tiene cloro alguno, por lo que es soluble en agua y fácilmente lixiviable en el suelo, mientras que diuron, con dos átomos de cloro, se fija fuertemente a los coloides y se puede usar en cultivos de con raíces profundas e incapaces de metabolizar al herbicida. El espectro de selectividad basado en el metabolismo es amplio, tales como chlorotoluron e isoproturon en trigo y cebada; diuron y fluometuron en algodón y linuron en papa. La actividad foliar se aumenta con el uso de tensoactivos. La mayoría de las ureas no son selectivas a dosis altas y pueden usarse para el control de vegetación en general, donde la persistencia debe ser de hasta dos años.

Los uracilos tienen propiedades similares a las ureas sustituidas, pero tienden a ser lixiviables más fácilmente y son menos selectivos. Estos se usan principalmente en cultivos perennes, como cítricos y para el control total de malezas, especialmente de especies perennes con raíces profundas.

Diuron se fija fuertemente a los coloides del suelo y resiste la lixiviación, por lo que se puede usar en cultivos de raíces profundas, como caña de azúcar, piña y cítricos. Este herbicida controla malezas gramíneas y de hoja ancha, se aplica en pre-plantación o pre-emergencia en el algodón. Se usa extensamente, a dosis altas, para el control total de malezas.

Isoproturon tiene limitada movilidad en el suelo y se usa para el control de malezas de hoja ancha y también gramíneas en pre y post-emergencia temprana en trigo, cebada y centeno. Su selectividad es limitada en algunas variedades.

Linuron se fija fuertemente a la materia orgánica, pero menos a las arcillas y su dosis de uso se ajusta de acuerdo al contenido de materia orgánica del suelo. Lluvias intensas son necesarias para lograr su actividad en el suelo. Linuron se usa en pre-emergencia en maíz, sorgo, zanahoria, nabo, acelga, papa y soya. Posee más actividad foliar que el diuron y su actividad pos-emergente se eleva con el uso de tensoactivos. Sin embargo, se debe aplicar de forma dirigida para mantener la selectividad en maíz, sorgo, algodón y soya. La zanahoria y la acelga toleran aplicaciones sobre todo el área de linuron, pero sin añadir coadyuvante.

Linuron se usa con tensoactivo o en mezcla con glifosato o paraquat sobre malezas emergidas antes de la plantación de soya en lechos de siembra preparados por labranza mínima o convencional.

Fluometuron es muy similar a linuron, pero solo persiste en el suelo por alrededor de dos meses. Se usa en pre y post-emergencia en algodón y caña de azúcar.

Terbacil, un herbicida uracilo, tiene una solubilidad en agua de 710 ppm y es relativamente móvil en el suelo, donde persiste hasta un año después de la aplicación con dosis altas. Se usa para controlar gramíneas anuales y perennes en cítricos y otros cultivos arbóreos, donde la selectividad dependerá de la profundidad de las raíces del cultivo. A dosis bajas controla selectivamente malezas anuales en alfalfa y es altamente selectivo en menta y menta piperita. El control post-emergente de malezas es superior con el uso de tensoactivos.

Problemas. Contaminación del agua subterránea ha tenido lugar cuando se ha usado intensiva y repetidamente (p.ej. isoproturon en el norte de Europa). Resistencia a las ureas sustituidas de una especie gramínea y cinco de hoja ancha, así como a bromacil

de dos especies de hoja ancha ha sido objeto de comunicación (LeBaron 1991).

Inhibidores del Fotosistema 2: miscelaneos de acción foliar.

Bentazon es un herbicida de contacto que controla muchas malezas gramíneas, ciperáceas y de hoja ancha en soja, frijol mungo y guisantes. Es más efectivo sobre malezas en rápido crecimiento, en estadios jóvenes y su actividad se aumenta con la adición de tensoactivos o concentrados de aceite vegetal. No tiene actividad en el suelo y se degrada por los microorganismos del suelo en 1-2 meses.

Bromoxynil, un herbicida del grupo de los nitrilos, se usa en post-emergencia en trigo, cebada, avena, y centeno para controlar malezas anuales de hoja ancha, especialmente aquellas especies no controladas por 2,4-D, MCPA ni mecoprop, con los cuales regularmente se suele mezclar. Bromoxynil tiene una toxicidad para mamíferos relativamente alta y su uso está restringido en muchos países.

Propanil, un herbicida del grupo de las anilidas, se usa en post-emergencia para el control de *Echinochloa* spp. y otras malezas gramíneas en arroz. Es un herbicida de contacto que se degrada rápidamente en la planta y en el suelo. El uso repetido de propanil ha conducido a la selección de algunos biotipos resistentes de *Echinochloa colona* (L.) Link (Garro *et al.* 1991).

Inhibidores de la síntesis de clorofila: difenil éteres

Características generales. Estos compuestos tienen poca solubilidad en agua, se fijan fuertemente a los coloides del suelo y no se lixivian. Tienen una persistencia en el suelo relativamente corta, de uno a tres meses y se usan en pre y post-emergencia para controlar principalmente malezas anuales de hoja ancha. La luz es requisito para su actividad y los síntomas de decoloración sólo son evidentes después de la emergencia de las plántulas y de su aplicación al suelo. Estos compuestos tienden a ser susceptibles a la fotodegradación y, aplicados en pre-emergencia, requieren de abundante lluvia para su incorporación en el suelo. La incorporación mecánica generalmente produce una excesiva dilución. Estos herbicidas poseen acción post-emergente de contacto y su selectividad se debe al metabolismo de las plantas, una restringida absorción o su ubicación. Se usan en un rango amplio de cultivos, como maíz, arroz, soja, algodón, hortalizas y frutales.

Acifluorfen se usa principalmente como tratamiento de contacto, de pos-emergencia temprana, contra malezas jóvenes en crecimiento activo, así como algunas gramíneas en soja y cacahuete.

Bifenox es activo bajo un amplio rango de condiciones climáticas y se usa en pre-emergencia para controlar principalmente malezas de hoja ancha en soja y sorgo granífero.

Oxyfluorfen se usa en pre-emergencia en soja, cacahuete y arroz y en post-emergencia dirigida en soja, maíz, algodón, frutales y nueces.

Inhibidores de la síntesis de carotenoides.

Características generales. Estos compuestos, de varias familias químicas, que incluye la piridazinona, norflurazon; la anilida, diflufenican y el compuesto amitrol, bloquean la síntesis de carotenoides. Todos causan decoloración de las partes aéreas nuevas del tallo emergente.

Amitrol. Este herbicida no es selectivo, de aplicación foliar, se mueve en el apoplasto y en el simplasto, se usa para controlar malezas anuales y perennes en áreas no cultivables. La muerte de la planta se produce lentamente y su actividad se eleva con la adición de tiocianato de amonio, lo cual reduce el metabolismo de amitrol en la planta. El herbicida persiste en el suelo de 2 a 4 semanas.

Diffenican se aplica en pre o post-emergencia temprana en trigo y cebada para controlar especies de hoja ancha. Este se fija fuertemente a los coloides del suelo y se lixivia moderadamente. Se usa ampliamente en mezcla con isoproturon.

Norflurazon también se fija fuertemente a los coloides del suelo y se lixivia moderadamente. La dosis se ajusta de acuerdo al contenido de materia orgánica y de arcilla del suelo. El herbicida se disipa mediante volatilización, fotodescomposición y degradación microbiana, pero puede persistir en el suelo hasta un año. Se aplica en PPI o pre-emergencia para controlar gramíneas, ciperáceas y algunas malezas de hoja ancha en alfalfa, algodón, cacahuate, soya, frutales y viña.

Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: derivados clorados de ácidos alcanoicos.

Características generales. Dalapon y TCA son compuestos de vieja promoción, usados a dosis relativamente altas, para controlar gramíneas anuales e inhibir las perennes. Ambos se lixivian fácilmente en el suelo, donde persisten de uno a tres meses.

Dalapon se aplica al follaje, pero también se absorbe en la planta por las raíces, donde se mueve a través del apoplasto y el simplasto. Se usa como tratamiento foliar previo a la siembra de un amplio grupo de cultivos de plantación y hortalizas, así como aspersión dirigida en frutales. Se usa a dosis altas para el control de gramíneas en áreas no cultivables. Los cultivos que crecen sobre suelo tratado con dalapon o TCA pueden sufrir reducción de la cera cuticular y entonces ser más susceptibles a herbicidas de aplicación foliar.

Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: oximas

Características generales. Los herbicidas de esta familia se conocen comúnmente como "dms" e incluyen a alioxydim, clethodim, cycloxydim, sethoxydim y tralkoxydim. Todos se aplican en post-emergencia, controlan muchas gramíneas anuales y perennes en la mayoría de los cultivos de hoja ancha. La absorción foliar es relativamente rápida con resistencia a las lluvias que ocurren una hora después de la aplicación. La persistencia en el suelo es relativamente corta, pero poco después de la aplicación del herbicida las gramíneas en germinación son controladas. La selectividad se debe a la ausencia de acción del herbicida en el punto de acción en los cultivos de hoja ancha. El metabolismo tiende a ser rápido en los cultivos y en el suelo. Tralkoxydim es selectivo en trigo y cebada, controla *Avena fatua* L., *Setaria viridis* L. Beauv., *Lolium* spp. y otras malezas gramíneas en cereales.

Problemas. Se han informado poblaciones de *Lolium rigidum* Gaudich. resistentes a herbicidas oximas y con resistencia cruzada a los herbicidas ariloxifenoxi-alcanoicos (Heap 1991). Estos herbicidas son antagonistas de los del "tipo hormonal". El control de *Poa* spp. es usualmente débil.

Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: ésteres de ácidos ariloxi-fenoxialcanoicos.

Características generales. Los herbicidas de esta familia química se conocen comúnmente como los "fops", como diclofop-metil, fluazifop-butil, fenoxaprop-etil,

fenthiaprop-etil, haloxyfop-metil y quizalofop-etil. Ellos comparten muchas características comunes con las oximas, que incluye la selectividad en cultivos de hoja ancha. Los herbicidas individualmente difieren en las dosis requeridas para destruir especies de gramíneas específicas. El primer "fop" comercializado, diclofop-metil, se usa a una dosis diez veces mayor que la de fenoxaprop-etil para el control de *Avena* spp. Además de la selectividad en cultivos de hoja ancha, fenoxaprop-etil está aprobado para su uso en trigo y arroz. Para lograr un buen margen de selectividad en el trigo, éste se formula con una sustancia protectora: fenchlorazol, y clodinafop-propargyl con la protectora cloquintocet.

Problemas. Igual que las oximas.

Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: tiolcarbamatos

Características generales. Estos herbicidas de aplicación al suelo tienen alta presión de vapor y deben ser incorporados al suelo inmediatamente después de la aplicación para evitar la pérdida de vapor. Las malezas anuales gramíneas y algunas de hoja ancha son controladas, mientras que algunas gramíneas perennes son inhibidas. Los meristemos de los tallos se inhiben y las hojas emergentes de plántulas de gramíneas se enrollan, surgen débiles y toman una coloración verde- oscura, que indica la ausencia de cera epicuticular. Las especies de hoja ancha susceptibles también emergen, pero no se desarrollan más allá del estadio de plántulas. EPTC, butylate y vernolate tienen un margen de selectividad estrecho en maíz a dosis altas requeridas para eliminar gramíneas perennes. Debido a esto se recomienda el uso de formulaciones que poseen una sustancia protectora incorporada. Estos herbicidas se metabolizan rápidamente en las plantas y en el suelo, con una persistencia de alrededor de uno a tres meses.

EPTC se halla disponible como concentrado emulsionable y como granulado. Es uno de los herbicidas más volátiles (presión de vapor de 4.5 Pa), por lo que debe ser incorporado en el suelo. Se aplica sobre suelo seco para su inmediata incorporación mecánica. Alternativamente, como su solubilidad en agua es de 370 ppm, se puede usar el riego por aspersión para introducir el producto químico en el suelo. EPTC se fija débilmente a los coloides del suelo y abundantes lluvias pueden lixiviarlo fuera de la zona de germinación de las semillas. Su persistencia en el suelo es de dos a seis semanas. Se usa en PPI en un grupo amplio de cultivos, como maíz, leguminosas de semilla pequeña, frijoles, lino, papa, cártamo y girasol. Se aplica en post-emergencia para limpiar el suelo cultivado en frijoles, papa y cítricos establecidos. Las formulaciones que contienen la sustancia protectora, dichlormid, se pueden usar a dosis más altas en maíz para el control de gramíneas perennes y ciperáceas, las que se controlan mejor cuando los rizomas y tubérculos son fragmentados mediante la labranza para estimular la emergencia de las yemas.

Butylate. Este tiolcarbamato se usa en maíz y su acción es similar a EPTC, excepto que se lixivia menos en el suelo.

Pebulate se lixivia menos que EPTC y se usa antes del trasplante en tabaco, y en PPI y después del trasplante, incorporado, en tomates.

Triallate tiene baja solubilidad en agua, limitada lixiviación en el suelo y persiste hasta seis semanas. Se usa en PPI para el control de avena silvestre, muchas gramíneas anuales y algunas malezas de hoja ancha en trigo, cebada, guisantes, frijoles y lentejas. Además de la formulación de concentrado emulsionable para incorporación al suelo, existen granulados que no requieren incorporación.

Vernolate persiste en el suelo durante alrededor de dos semanas y se usa en PPI en maíz, soya y cacahuate.

Problemas. Los microorganismos del suelo que descomponen los tiolcarbamatos se multiplican en el suelo tratado, por lo que tratamientos sucesivos pueden tener una menor vida media, lo cual reduce su eficacia en el control de malezas. Algunas formulaciones de estos herbicidas incorporan un inhibidor microbiano para extender la persistencia en el suelo. Este problema puede ser resuelto, preferiblemente, mediante el uso de otros herbicidas con diferente composición química, durante dos o más años.

Inhibidores de la división celular: cloroacetamidas.

Características generales. Estos herbicidas de aplicación al suelo controlan gramíneas anuales en germinación y algunas malezas de hoja ancha en un amplio grupo de cultivos. En las plántulas en germinación se absorben fácilmente por la parte aérea y las raíces, pero su movilidad dentro de la planta es limitada. La actividad meristemática se detiene en las puntas de las raíces y tallos, mientras que en las gramíneas generalmente se inhibe la emergencia de las hojas a partir de la vaina foliar, por lo que las malezas no emergen.

Alachlor es relativamente no-volátil, ligeramente soluble en agua y tiene una baja a moderada afinidad por los coloides del suelo. Se requiere su incorporación al suelo bajo condiciones secas para el control de *Cyperus esculentus* L. Alachlor se metaboliza rápidamente en los cultivos y persiste en el suelo de 6 a 15 semanas. Se usa en PPI en maíz, soya y cacahuate y en pre-emergencia en estos cultivos más frijol, algodón y papa.

Butachlor tiene una baja solubilidad en agua, se fija fuertemente a los coloides del suelo y requiere de la incorporación bajo condiciones secas. Se usa en PPI y en pre-emergencia de las malezas en arroz de siembra directa o trasplantado, y persiste en el suelo de 5 a 12 semanas.

CDA. Este compuesto relativamente volátil, normalmente no requiere incorporación al suelo, ya que tiene una solubilidad en agua de 2000 ppm y se introduce fácilmente en el suelo mediante la lluvia. No se fija fuertemente a los coloides del suelo y es efectivo en suelos de alto contenido de materia orgánica y arcilla, aún bajo condiciones secas. Persiste en el suelo alrededor de 4 a 9 semanas. Los cultivos en los que se usa en pre-emergencia son: maíz, sorgo, soya, patata dulce, caña de azúcar, frijoles, guisantes o arvejas, repollo, tomate y cebolla. Es extremadamente irritante a la piel y los ojos.

Metolachlor tiene usos similares a alachlor, pero es más móvil en el suelo y se puede usar en el sorgo granífero con una sustancia protectora.

Propachlor es efectivo en suelos de alto contenido de materia orgánica y bajo condiciones secas. Se usa en pre-emergencia en maíz, sorgo granífero, soya, repollo y cebolla.

Inhibidores de la división celular: dinitroanilinas

Características generales. Estos herbicidas de aplicación al suelo controlan plántulas gramíneas y algunas especies de hoja ancha en un amplio grupo de cultivos. Todos tienen baja solubilidad en agua y se adsorben a los coloides del suelo. Varían en volatilidad y susceptibilidad a la fotodegradación desde trifluralin, que requiere de la incorporación al suelo, hasta oryzalin, que puede permanecer sobre la superficie del suelo sin pérdidas apreciables de eficacia. Las dinitroanilinas que no se incorporan mecánicamente requieren de lluvia para su lixiviación hacia la zona de germinación de las semillas en

el suelo. Ninguno de estos herbicidas tiene actividad foliar, pero se absorben fácilmente por las raíces de las plántulas en germinación e inhiben el crecimiento de la raíz, a la vez que interfieren con la mitosis. Las plántulas tratadas desarrollan un abultamiento de la punta de las raíces y el desarrollo de raíces laterales también es inhibido. Inicialmente las plantas tienden a desarrollarse, pero la falta de desarrollo radical conduce a la muerte. La selectividad se logra mediante la ubicación del herbicida en el suelo, como una incorporación poco profunda por encima de un cultivo sembrado profundamente, así como mediante el metabolismo del herbicida en la planta. Las dinitroanilinas brindan un período largo de control.

Trifluralin. Para evitar degradación por volatilización y radiación UV, trifluralin generalmente se incorpora mecánicamente en el suelo, pero en países fríos, donde prevalece la neblina y las lluvias frecuentes, la aplicación superficial es satisfactoria, por lo que se utiliza de esta manera en cereales en el norte de Europa. En un amplio grupo de cultivos, como frijoles, soya, algodón, zanahoria, repollo, guisantes, cártamo y girasol se aplica en PPI. En algodón, papa y caña de azúcar se usa después de la plantación en pre-emergencia incorporada. También se utiliza en post-emergencia dirigida de los cultivos y pre-emergencia incorporada de las malezas, en maíz, algodón, cucurbitáceas, tomate, caña de azúcar y frutales. Dosis dobles se usan a veces en algodón y soya para el control de *Sorghum halepense*. Los residuos en el suelo, especialmente después de usar dosis elevadas, pueden dañar los cultivos subsiguientes en rotación, trifluralin es tóxico a los peces cuando se aplica directamente al agua, pero la incorporación al suelo no representa riesgos cuando se usa de acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta.

Benefin se usa en pre o post-plantación incorporada en lechuga, cacahuete, leguminosas de grano pequeño y tabaco trasplantado.

Oryzalin es más lixiviable que trifluralin y se usa en pre-emergencia en soya y algodón; en pre-emergencia dirigida en frutales y viñas.

Pendimetalin no es fácilmente lixiviable y sus usos incluyen la aplicación PPI en algodón y soya; en pre-emergencia en maíz, especialmente para el control de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.), en trigo, cebada y girasol.

Inhibidores de la división celular: carbamatos.

Características generales. Los herbicidas carbámicos tienen corta persistencia en el suelo por lo que proflam y chlorproflam, de aplicación al suelo, son usados en climas más fríos, donde la degradación en el suelo es más lenta. Estos controlan plántulas anuales gramíneas y de hoja ancha. Asulam se absorbe en la planta a través de las partes aéreas y las raíces. Su mayor uso es en post-emergencia.

Asulam. Este carbamato se aplica en post-emergencia para el control de gramíneas anuales y perennes, así como para controlar el helecho *Pteridium aquilinum* L. Su translocación tiene lugar en el apoplasto y el simplasto. Se usa en caña de azúcar, lino, alfalfa y áreas de bosques.

Proflam es más volátil y lixiviable que chlorproflam y se usa bajo condiciones frías, donde persiste en el suelo durante 5-20 días. Se usa en PPI y pre-emergencia en alfalfa, trébol, lechuga, guisantes, lentejas, remolacha azucarera y gramíneas perennes establecidas.

Herbicidas de tipo auxina: ácidos ariloxi-alcanoicos

Características generales. Estos herbicidas se introdujeron a mediados de los años cuarenta y son los más extensamente usados a nivel mundial. Son aplicados principalmente al follaje, pero también pueden ser absorbidos por las raíces, mientras que el ingrediente activo se transloca a través del apoplasto y el simplasto. Estos herbicidas controlan muchas malezas de hoja ancha en cultivos gramíneos, como maíz, sorgo, trigo, cebada, avena, centeno, arroz, caña de azúcar y pastos. También se usan para controlar plantas leñosas de hoja ancha en áreas cultivadas y no cultivadas, plantas acuáticas en algunas situaciones. Estos compuestos son degradados por los microorganismos del suelo y tienen una persistencia relativamente breve en el suelo. A continuación del tratamiento en plantas susceptibles, se produce epinastia, seguida de torción de la planta dentro de pocas horas, pero la muerte puede demorar varias semanas. Existen muchas formulaciones de estos herbicidas, sea solos o en mezclas con otros herbicidas.

2,4-D, primer herbicida "fenoxi" introducido, es disponible en formulaciones de sal amina, éster y granulado (vea formulación de herbicida). Las dosis requeridas para controlar plántulas de malezas de hoja ancha son selectivas en granos pequeños, maíz y sorgo de grano, pero el cultivo debe tener al menos cuatro hojas para evitar la fitotoxicidad del herbicida. Fitotoxicidad en el cultivo puede tener lugar con la aplicación de las dosis requeridas para controlar malezas de alto porte, anuales y perennes. Generalmente la actividad a través del suelo es menor que la que se logra mediante la aplicación foliar. No obstante 2,4-D se usa en pre-emergencia, después de la siembra y antes de la emergencia del maíz, en suelos de alto contenido de materia orgánica. La deriva de las gotas de la aspersión y los vapores pueden dañar especies susceptibles no objeto de la aplicación. Los problemas de deriva de vapores son mayores con los ésteres, que deben ser sustituidos por sales amina o sódica cuando estén presentes especies susceptibles no objeto del tratamiento.

2,4-DB solamente se aplica en post-emergencia y es selectivo en plántulas o cultivos establecidos de leguminosas.

Dichlorprop brinda un mejor control en comparación con 2,4-D de algunas malezas, como *Stellaria media* y *Polygonum* spp.. Es selectivo en post-emergencia en trigo, cebada y avena y se usa para el control de malezas arbustivas en áreas no cultivables.

MCPA se usa en post-emergencia y es más selectivo que 2,4-D a dosis equivalentes en cereales, leguminosas y lino. Persiste en suelo cálido y húmedo durante un mes aproximadamente y hasta seis meses en situaciones secas.

MCPB, comparado con el MCPA, es más selectivo en cereales y es particularmente selectivo en leguminosas, como guisantes y trébol. MCPB brinda buen control de *Cirsium arvense*.

Mecoprop se aplica en post-emergencia en trigo, cebada y avena. Controla efectivamente muchas malezas problemáticas de hoja ancha, como *Galium aparine*, *Stellaria media* y *Polygonum* spp.

Herbicidas de tipo auxina: ácidos aril-carboxílicos

Características generales. Estos herbicidas se formulan como sales aminas, de amonio o potásicas y se absorben en la planta a través del follaje y las raíces, produciendo síntomas similares a los ácidos ariloxi-alcanoicos. No son adsorbidos por los coloides del

suelo y son móviles en el suelo. Todos, excepto chloramben y chlorthal-dimetil, se usan en pos-emergencia, aunque poseen actividad en el suelo. Comúnmente se usan en mezclas con otros herbicidas.

Dicamba es útil para controlar algunas especies anuales y perennes de hoja ancha no controladas por los herbicidas ariloxi-alcanoicos, en maíz, sorgo granífero, cereales de grano pequeño, caña de azúcar y espárrago. También se usa en el control de especies de arbustos leñosos, enredaderas en pastos y sabanas. Se degrada rápidamente en el suelo. Muchos cultivos de hoja ancha, como soya, algodón, viñas y árboles frutales, son altamente susceptibles a la deriva de gotas y vapores de dicamba, que tiende a ser más fitotóxico que de 2,4-D y otros herbicidas ariloxi-alcanoicos.

2,3,6 TBA se usa en combinación con otros herbicidas de tipo auxina en el control de malezas anuales y perennes de hoja ancha, como *Convolvulus* spp. Se usa sólo como tratamiento sobre manchas de malezas perennes y especies leñosas. Tiene larga persistencia en el suelo, desde pocos meses hasta más de un año, dependiendo del suelo y las condiciones climáticas. Los residuos permanecen en la paja de los cereales, la cual no se puede usar en compostes ni como acolchado en cultivos susceptibles.

Chloramben se aplica al suelo y tiene limitada movilidad en las plantas, donde inhibe el desarrollo de las raíces de las plántulas. Se mueve fácilmente y es lixiviado en el suelo, donde persiste de 6 a 10 semanas. Se usa en PPI y en pre-emergencia en maíz, soya, cacahuete, cucurbitáceas, pimiento y girasol.

Chlorpyralid. Este herbicida de aplicación pos-emergente es efectivo contra malezas difíciles de controlar, como *Cirsium arvense*, en áreas de cereales de grano pequeño. Se usa en mezclas en cereales de grano pequeño, así como sólo en crucíferas, remolacha y lino.

Herbicidas de tipo auxina: ácidos quinolino carboxílicos

Quinmerac tiene actividad pre y post-emergente contra varias malezas importantes de hoja ancha, como *Galium aparine*, *Veronica hederaefolia* L. y *Lamium purpureum* L.. A las dosis de uso en trigo, cebada, colza y remolacha azucarera, se fija moderadamente a los coloides del suelo, donde persiste hasta seis meses. Se absorbe en la planta a través de la parte aérea y las raíces, produciendo los síntomas clásicos de tipo auxina.

Quinelorac, por el contrario, se usa para el control post-emergente de *Echinochloa* spp. en arroz de siembra directa o trasplantado.

Inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos: glifosato

Características generales. A pesar de la intensa investigación, glifosato es el único herbicida que bloquea la síntesis de aminoácidos aromáticos y es el herbicida de post-emergencia no selectivo más extensamente usado. Comúnmente es disponible en formulaciones líquidas solubles de la sal isopropilamina que contienen diferentes tensoactivos y cantidades de ingrediente activo. Glifosato solamente entra en la planta a través de los tejidos verdes de las plantas para moverse en el apoplasto y en el simplasto rápidamente hacia los meristemas, donde detiene el crecimiento, apareciendo los síntomas foliares de clorosis y necrosis entre pocos días y una semana. Se fija moderadamente a los coloides del suelo y se degrada microbiológicamente en un plazo de uno a cuatro meses. Controla la mayoría de las malezas anuales y perennes, así como algunas especies leñosas. El momento de la aplicación es importante para el control de las malezas perennes, ya que el control de las yemas en los propágulos subterráneos

dependerá de que glifosato se mueva con los productos de la fotosíntesis desde el follaje hacia los órganos de almacenamiento. Como regla general, se aplica sobre especies perennes en crecimiento activo, con varias hojas recién abiertas, pero antes de la floración. Se usa extensamente antes de la plantación del cultivo, pero de existir malezas perennes, se deberá dejar de tres a cuatro días entre la aplicación y la labranza para permitir el máximo de acción sistémica del herbicida. Glifosato se usa de esta forma para casi todos los cultivos anuales y en los sistemas de labranza mínima. En algunos países se aplica para controlar focos aislados de malezas perennes, inmediatamente antes de la cosecha, en cereales de grano pequeño. Se usa en aspersión dirigida o con pantalla en muchos cultivos perennes. La ubicación selectiva del herbicida se logra mediante tratamientos dirigidos sobre los focos y mediante el uso de tubos con cordones, brochas, rodillos, mojadores por frotación y otros dispositivos. Se usa extensamente en áreas no cultivadas para el control total de malezas y es de uso seguro en lugares cercanos al agua.

Problemas. Glifosato penetra el follaje con relativa lentitud y es vulnerable al lavado por lluvia. Normalmente se requiere un período de seis horas sin lluvia después de la aspersión para asegurar un efecto fitotóxico óptimo. Con dosis reducidas se requerirá un período más largo sin lluvia. Cuando las dosis son reducidas es importante agregar un agente tensoactivo apropiado. En los cultivos perennes se debe tener cuidado de evitar el contacto de la aspersión con los tejidos verdes de la planta, ya que aún a dosis muy bajas el desarrollo de los tallos y flores será afectado por vía sistémica. Bajo condiciones húmedas, las posturas para el trasplante y las plántulas de semillas son dañadas a veces por el contacto con el follaje de malezas tratadas con glifosato. Para información detallada sobre el modo de acción y uso de este importante herbicida vea a Grossbard y Atkinson (1985).

Inhibidores de la síntesis de glutamina: glufosinato

Glufosinato-amónico es un herbicida de post-emergencia, no selectivo, que se absorbe por el follaje, pero tiene acción sistémica limitada. Se usa después de la cosecha para el control de malezas, en áreas de barbecho y como aspersión dirigida en algunos cultivos perennes. Se usa como desecante para facilitar la cosecha en colza y algunas variedades de papa. Es resistente a las lluvias después de cuatro a seis horas.

Bialaphos se metaboliza a glufosinato en la planta y tiene características similares.

Inhibidores de la síntesis de aminoácidos de cadena ramificada: sulfonilureas.

Características generales. Estos herbicidas desarrollados durante los años ochenta inhiben la acetolactato sintetasa y tienen dosis de aplicación muy bajas: de 2 a 75 g i.a./ha. Se ha detectado selectividad basada en una rápida inactivación metabólica en varios cultivos, como trigo, cebada, maíz, arroz, soya y colza. Las sulfonilureas tienen muy baja toxicidad para los mamíferos, bajo riesgo al ambiente, se hidrolizan y se degradan por los microorganismos del suelo. Estos herbicidas son ácidos débiles y se ionizan a pH alto; la forma neutra es más lipofílica y menos soluble en agua que la forma aniónica. La solubilidad en agua del chlorosulfuron aumenta desde 60 ppm a pH 5 hasta 7000 ppm a pH 7. A pH bajo tienden a fijarse más fuertemente a los coloides del suelo y a ser menos móviles. La hidrólisis de estos herbicidas es mucho más rápida a pH bajo que a pH alto y la vida media por hidrólisis de metsulfurón-metil es de 2.1 días a pH 5 y de 33 días a pH 7. Así, la degradación microbiana es más importante a pH neutro y alcalino. Las sulfonilureas se absorben bien a través de las hojas y las raíces, se mueven fácilmente en el apoplasto y el simplasto para acumularse en los meristemas. A sólo pocas horas de la aplicación el crecimiento de los tallos y raíces se detiene, pero

los síntomas fitotóxicos, como la clorosis del follaje, se desarrollan en un plazo de cuatro a diez días después de la aplicación. Se aplican en pre y post-emergencia para controlar varias malezas de hoja ancha y algunas gramíneas. La actividad residual depende del pH del suelo y de las características de los compuestos individualmente. El modo de acción, la selectividad en los cultivos y el comportamiento en el suelo de las sulfonilureas han sido analizados por Brown (1990). Varias nuevas sulfonilureas, con selectividad en un mayor número de cultivos, están cercanos a su comercialización.

Bensulfuron-metil. Este herbicida es usado a veces en mezcla con una sustancia protectora, dimepiperato, para el control principalmente de malezas de hoja ancha y de algunas ciperáceas en arroz.

Chlorimuron se usa para controlar muchas malezas de hoja ancha y ciperáceas en soya.

Chlorsulfurón es activo, principalmente, contra malezas de hoja ancha y algunas gramíneas en trigo, cebada y lino. Es una de las sulfonilureas más persistentes en el suelo. Controla ciertas malezas perennes, como *Cirsium arvense*.

Metsulfuron-metil, usado principalmente en trigo, cebada, avena y maíz, tiene una persistencia más corta en el suelo y se usa como alternativa preferencial al chlorsulfuron en muchas situaciones.

Primisulfuron-metil se usa para controlar *Sorghum* spp. y *Elytrigia repens* (L.) Nevski en post-emergencia en maíz. También elimina a un número de malezas de hoja ancha. Es moderadamente persistente y el riesgo de daños por residualidad a los cultivos subsiguientes es bajo.

Sulfometuron-metil es un herbicida no selectivo usado en áreas no cultivadas.

Thifensulfuron tiene una persistencia en el suelo relativamente corta y muy bajo riesgo de problemas de daños por residualidad en el suelo. Controla malezas de hoja ancha en soya, trigo y cebada. En cereales de grano pequeño a menudo se usa en combinación con metsulfuron-metil.

Trisulfuron tiene selectividad en los cultivos y actividad de control de malezas bastante similar a metsulfuron. Se usa en pre y post-emergencia para el control de malezas de hoja ancha, como *Viola tricolor*, L. en cereales de grano pequeño.

Problemas. La persistencia en el suelo depende del compuesto específico, del pH del suelo, la temperatura y del momento de aplicación. Bajo condiciones de alto pH, temperaturas frías y abundante lluvia, donde la lixiviación en el suelo excede la evapotranspiración, algunas sulfonilureas, como chlorsulfuron, pueden persistir en el suelo y afectar el cultivo subsiguiente en rotación, de ser éste último muy susceptible. Por ejemplo, la remolacha azucarera es dañada por 0.1 ppb de chlorsulfuron, mientras que el arroz y el sorgo son afectados por la misma concentración de chlorimuron. Por lo tanto, se deben seguir las recomendaciones sobre rotación de cultivos indicadas en las etiquetas de los envases. Alternativamente, existen sulfonilureas disponibles para cultivos de cereales, con persistencia en el suelo bastante breve. Debido a esta alta residualidad, es importante lavar minuciosamente las asperjadoras con el uso de un agente de lavado de alto pH para aumentar la solubilidad del compuesto. Varios biotipos de malezas, resistentes a las sulfonilureas han sido identificados, en algunos casos, con resistencia cruzada a las imidazolinonas. La resistencia se debe a una modificación del punto de acción (Thill *et al.* 1991).

Inhibidores de aminoácidos de cadena ramificada: imidazolinonas.

Características generales. Las imidazolinonas, aunque químicamente diferentes de las sulfonilureas, comparten el mismo sitio de acción y muchas propiedades, como es el comportamiento en el suelo y muy baja toxicidad en los mamíferos. Estos herbicidas se absorben foliarmente y a través del suelo. Poseen actividad residual. Para una reseña detallada sobre los herbicidas imidazolinonas vea a Shaner y O'Connor (1991).

Imazapyr. Este es un herbicida de amplio espectro que controla la mayoría de las malezas gramíneas y de hoja ancha anuales y perennes, incluyendo arbustos leñosos y árboles deciduos en áreas no cultivables. Se usa también en algunos cultivos de plantación, como caña de azúcar, caucho y palma de aceite. A las dosis usadas en áreas no cultivadas, puede persistir en el suelo durante más de un año.

Imazamethabenz-metil controla *Avena* spp., *Apera spica-venti*, varias gramíneas y especies de hoja ancha en cebada y trigo. Se aplica en post-emergencia y tiene actividad en el suelo, por lo que controla las malezas que germinan después de su aplicación.

Imazaquin se usa en soya y se aplica en PPI, pre y post-emergencia para controlar muchas malezas de hoja ancha y *Setaria* spp. Se metaboliza rápidamente en la soya. Es persistente en el suelo y en la etiqueta están indicadas las restricciones sobre la rotación de varios cultivos susceptibles, como maíz y sorgo.

Imazethapyr también se usa ampliamente en soya y otras leguminosas, como cacahuete, guisantes, frijol y alfalfa. Un extenso número de malezas son controladas, como muchas gramíneas. Restricciones rotacionales se aplican a varios cultivos, como sorgo, algodón y arroz.

Los problemas son en general similares a los asociados a las sulfonilureas.

La información en esta sección está basada en información del Manual de Herbicidas de la Sociedad de Ciencia de Malezas de EE.UU. (Herbicide Handbook of the WSSA), 6ta. edición, 1989 (Anon.1989); El Manual de Plaguicidas (The Pesticide Manual) 9na. edición, 1991 (Worthington y Hance 1991) y literatura de firmas productoras.

REFERENCIAS

- Anon 1988. *BCPC Nozzle Selection Handbook*. British Crop Protection Council, Farnham, U.K. 40 pp.
- Anon 1989. *Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America*. 6th Edition. Champaign, Illinois, EE.UU. 301 pp.
- Caseley, J.C., B.J. Wilson, E. Watson y G. Arnold 1993. Enhancement of mechanical weed control by sub-lethal doses of herbicide. *Proceedings European Weed Research Society Symposium* Braunschweig, en imprenta.
- Coupland D., W.A. Taylor y J.C. Caseley 1978. The effect of site of application on the performance of glyphosate on *Agropyron repens* and barban, benzoylprop-ethyl and difenzoquat on *Avena fatua*. *Weed Research* 18:123-128.
- Devine M.D. 1988. Environmental influences on herbicide performance: a critical evaluation of experimental techniques. *Proceedings EWRS Symposium 'Factors affecting herbicidal activity and selectivity'*. Wageningen, Holanda. pp 219-226.
- Devine, M.D., S.O. Duke y C. Fedtke 1993. *Physiology of herbicide action*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., EE.UU. 441 pp.
- Finney J.R. 1988. World crop protection prospects: demisting the crystal ball. *Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases* 1:3-14.

- Garro J.E., R. de la Cruz y P.J. Shannon 1991. Propanil resistance in *Echinochloa colona* populations with different herbicide use histories. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, pp 1079-1083.
- Graham-Bryce I.J. 1989. Environmental impact - putting pesticides into perspective. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, pp 3-20.
- Green M.B., G.S. Hartley y T.F. West 1987. *Chemicals for crop improvement and pest management*. 3ra edición. Pergamon, Oxford. Reino Unido, 370 pp.
- Grossbard E. y D. Atkinson 1985. The herbicide glyphosate. Butterworths, Londres, Reino Unido, 490 pp.
- Hance R.J. 1980. *Interactions between herbicides and the soil*. Academic Press, Londres, Reino Unido, 349 pp.
- Hance R.J. y K. Holly 1990. *Weed control handbook: principles*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, R.U. 582 pp.
- Headford D.W.R. y G. Douglas 1967. Tuber necrosis following the desiccation of potato foliage with diquat. *Weed Research* 7:131-144.
- Headford D.W.R. 1979. Influence of light on paraquat activity in the tropics. *Pesticide Science* 1:41-42.
- Heap I.M. 1991. Resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. En: J.C. Caseley, G.W. Cussans y R.K. Atkin (Eds.). *Herbicide resistance in weeds and crops*. Butterworth-Heinemann, Oxford, R.U. pp 57-66.
- Holloway P.J. 1993. *Adjuvants for agrochemicals: why do we need them?* Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen. Rijksuniversiteit Gent (en imprenta).
- Komives T. 1992. Herbicide safeners: chemistry, mode of action, application. *Weed Abstracts* 41:553-560.
- Kudsk P. 1989. Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, pp 545-554.
- LeBaron H.M. 1991. Distribution and seriousness of herbicide-resistant weed infestations worldwide. En: J.C. Caseley, G.W. Cussans y R.K. Atkin (Eds.). *Herbicide resistance in weeds and crops*. Butterworth-Heinemann, Oxford pp 27-44.
- Matsunaka S. 1968. Propanil hydrolysis: inhibition in rice plants by insecticides. *Science* 60:1360-1361.
- Matthews G.A. 1992. *Pesticide application methods*. 2da edición. Longman, Harlow, R.U., 405 pp.
- Mine A., M. Miyakado y S. Matsunaka 1975. The mechanism of bentazon selectivity. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 5:566-576.
- Moss S.R. y G.W. Cussans 1991. The development of herbicide-resistant populations of *Alopecurus myosuroides* (black-grass) in England. En: J.C. Caseley, G.W. Cussans y R.K. Atkin (Eds.). *Herbicide resistance in weeds and crops*. Butterworth Heinemann, Oxford, pp. 45-57.
- Moyer J.R. 1987. Effect of soil moisture on the efficacy and selectivity of soil-applied herbicides. *Reviews of Weed Science* 3: 19-34.
- Owen, W.J. 1991. Differential inhibition of plant acetyl CoA carboxylase - the biochemical basis for the selectivity of the aryloxyphenoxypropanoate and cyclohexanedione herbicides. En: J.C. Caseley, G.W. Cussans y R.K. Atkin (Eds.). *Herbicide resistance in weeds and crops*. Butterworth-Heinemann, Oxford R.U. pp 199-212.
- Parry K.P. 1989. Herbicide use and invention. En: A.D. Dodge (Ed.). *Herbicides and plant metabolism*. Cambridge University Press, Cambridge, R.U. pp 1-20.
- Shaner D.L. y S.L. O'Connor 1991. The imidazolinone herbicides. CRC Press, Boca Raton, Florida, EE.UU., 289 pp.
- Suwunnamek U. y C. Parker 1975. Control of *Cyperus rotundus* with glyphosate: the influence of ammonium sulphate and other additives. *Weed Research* 15: 13-19.
- Thill D.C., C.A. Mallory-Smith, L.L. Saari, J.C. Cotterman y M.M. Primiani 1991.

- Sulfonylurea herbicide-resistant weeds: discovery, distribution, biology, mechanism and management. En: J.C. Caseley, G.W. Cussans y R.K. Atkin (Eds.). *Herbicide resistance in weeds and crops*. Butterworth-Heinemann, Oxford, R.U. pp 115-128.
- Walker A. 1987. Herbicide persistence in soil. *Reviews of Weed Science* 3: 1-17.
- Worthington C.R. y R.J. Hance 1991. *The Pesticide Manual 9th Edition*. The British Crop Protection Council, Farnham, R.U. 1141 pp.

CAPITULO 11

MANEJO DE MALEZAS ACUATICAS

MANEJO DE MALEZAS ACUATICAS

A.H. Pieterse

INTRODUCCION

Por el contrario a los problemas de malezas en medios terrestres, los cuales generalmente están relacionados con los agroecosistemas, los problemas de malezas en los habitats acuáticos usualmente no se refieren a la competencia entre plantas deseables (cultivos, ornamentales) y las indeseables por el hombre. Los problemas causados por las malezas que interfieren con el crecimiento de las plantas de cultivo en campos inundados (p.ej. malezas en campos de arroz), son una excepción en este particular. Sin embargo, las condiciones de estos relativamente superficiales habitats acuáticos, los que como regla no están permanentemente inundados, difieren considerablemente de aquellos cuerpos acuáticos con aguas profundas, tales como los canales, ríos y lagos. Con algunas excepciones, las especies de malezas dominantes son también diferentes. En general, se puede concluir que el papel de las malezas acuáticas en campos inundados, que también se definen como agroecosistemas acuático, es más comparable a la mayoría de las situaciones que crean las malezas en los habitats terrestres.

Este capítulo tratará exclusivamente el manejo de malezas acuáticas en cuerpos acuáticos permanentes. Según Pieterse (1990), estas malezas pueden ser definidas como plantas acuáticas que, al crecer en abundancia, son indeseables por quien maneja el lugar donde inciden. En este contexto se debe observar que, cuando las plantas acuáticas se presentan con bajas densidades, resultan usualmente beneficiosas al ecosistema acuático. Ellas producen oxígeno, proporcionan un habitat adecuado para los peces y otros organismos, purifican el agua al extraer los compuestos tóxicos y atrapan las partículas de sedimento.

Según su forma de crecimiento, las malezas acuáticas pueden ser divididas en categorías diferentes. Mayormente basado en Deny (1985), una clasificación modificada en cinco grupos principales ha sido propuesta por Pieterse (1990):

Grupo 1.

Malezas libremente flotantes (libre flotante con la mayor parte de sus tejidos de hojas y tallos al nivel o sobre la superficie del agua) como por ejemplo *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. (jacinto de agua), *Salvinia molesta* Mitchell (salvinia) y *Pistia stratiotes* L. (lechuguilla acuática).

Grupo 2.

Malezas emergentes (plantas enraizadas con la mayor parte de sus tejidos de hojas y tallos sobre la superficie del agua), por ejemplo *Phragmites australis* (carrizo común), *Typha* spp. (macío) y la forma de crecimiento emergente de *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. (maleza caimán).

Grupo 3.

Malezas enraizadas con hojas flotantes (plantas enraizadas con la mayoría de su hojas al nivel de la superficie del agua), por ejemplo *Nymphaea* spp., *Nymphoides* spp. y la forma de crecimiento flotante de la maleza caimán.

Grupo 4.

Malezas sumergidas (la mayoría de sus tejidos vegetativos por debajo de la superficie del agua; éstas suelen estar enraizadas o fijas al fondo del cuerpo acuático por órganos similares a las raíces), por ejemplo *Hydrilla verticillata* (Lf.) Royle, *Potamogeton* spp., *Elodea* spp., *Ceratophyllum* spp. y *Myriophyllum* spp.

Grupo 5.

Algas (plantas inferiores unicelulares o filamentosas, sin tejidos diferenciados que crecen al nivel o por debajo de la superficie del agua), por ejemplo *Microcystis* spp., *Spirogyra* spp., y *Hydrodictyon* spp.

Los efectos dañinos de las malezas acuáticas pueden ser directos o indirectos. Al nivel del pequeño agricultor, los efectos directos generalmente incluyen:

- obstrucción de las corrientes de agua de los canales para la irrigación y el drenaje
- obstáculo al transporte por botes y barcos
- interferencia con la pesca
- disminución de las posibilidades de lavado y baño para la población

Un efecto indirecto importante es la formación de habitats favorables para el desarrollo de vectores de enfermedades humanas, tales como malaria y schistosomiasis (biliarzia).

El desarrollo de masas densas de plantas acuáticas en los cuerpos acuáticos utilizables por el hombre (muchas veces para varios propósitos) está generalmente relacionado con el patrón normal de sucesión. Algunas de las malezas acuáticas más problemáticas son esencialmente colonizadoras primarias de los ecosistemas acuáticos. Particularmente en los cuerpos acuáticos contruidos por el hombre, existen factores frecuentemente muy favorables para el desarrollo de las plantas acuáticas (poca profundidad de las aguas, aguas estancadas, alto contenido de nutrientes). Adicionalmente, la eutroficación (o sea un incremento del contenido de nutrientes en el agua, lo cual está frecuentemente relacionado con las actividades humanas) y/o la diseminación de las especies fuera de su habitat natural puede jugar un papel importante. Un ejemplo lo es el jacinto de agua, cuya productividad en su área original de crecimiento en América del Sur está marcadamente limitada por los agentes de control biológico. En áreas fuera de SudAmérica, donde el jacinto de agua ha sido introducido, la maleza es generalmente una plaga de importancia económica.

MANEJO

Idealmente, el manejo de malezas acuáticas debe ser, ante todo, de preocupación de todos los involucrados a fin de prevenir su crecimiento excesivo. Esto implicaría que las medidas de control se inicien en un momento cuando aún las malezas acuáticas no representan un problema. Por ejemplo, creando condiciones de crecimiento menos favorables (disminuyendo la intensidad de la luz al plantar árboles, alterando el nivel del agua, previniendo la entrada de nutrientes, etc.), o manteniendo la vegetación a un nivel bajo, que no propicie un crecimiento intenso. Generalmente, tales medidas preventivas al nivel de pequeños agricultores son difíciles de lograr. Usualmente, los agricultores se inclinan más a tomar medidas cuando el crecimiento denso de las malezas acuáticas resulta evidente. Además, no es siempre factible para ellos realizar medidas preventivas. Todo dependerá del tipo de cuerpo acuático (su tamaño, área, profundidad del agua, etc.) y de la forma de crecimiento de las malezas (que en sentido muy general puede ser considerado idéntico al de varias categorías o grupos ya mencionados en la introducción). Por ejemplo, extrayendo las plantas que ocasionalmente aparecen, o sea algunas que flotan libremente como el jacinto de agua, generalmente se requiere menos fuerza de trabajo que para la extracción de las plantas sumergidas o enraizadas. En este aspecto, se debe tomar en consideración que el desarrollo de la vegetación sumergida es muchas veces mucho más explosivo que la de las plantas enraizadas o flotantes.

Un aspecto importante en la prevención del desarrollo de la densa vegetación de malezas acuáticas es prever la ulterior diseminación de las especies exóticas en áreas aún no infestadas. La población local, que incluye los agricultores, no siempre conoce de la amenaza potencial y el daño de las especies recién introducidas. Un ejemplo real es la diseminación gradual del jacinto de agua en las partes meridionales de Egipto, donde, de no procederse rápido, podrá eventualmente tener lugar la invasión del jacinto de agua en el lago Nasser. La acción gubernamental debe tener por objetivo concientizar a la población local y estimularla a tomar medidas adecuadas. En Egipto meridional, esto puede lograrse mediante la destrucción de cada planta sencilla de jacinto de agua.

Medidas físicas, químicas y biológicas de control pueden ser adoptadas para el manejo del crecimiento de las malezas acuáticas:

Control físico

Los métodos de control físicos incluyen el uso de herramientas que se manejan manualmente, así como la maquinaria sofisticada. En la agricultura de bajos insumos, el uso de maquinaria no es apropiado debido a sus altos costos. Las herramientas manuales, sin embargo, pueden ser medios importantes de control bajo estas circunstancias, especialmente en áreas donde la fuerza laboral es relativamente barata. La técnicas manuales de control de las malezas acuáticas han sido recientemente reseñadas por Wade (1990). En lo que se refiere al uso de herramientas manuales en regiones tropicales, el uso de guadañas de cadena, guadañas de aclareo, cuchillas de canal, tenedores y rastrillos de excavación ha sido descrito en detalle por ILACO (1978) y Druiff (1979) (ver Fig. 1). Se ha hecho énfasis, en relación con la incidencia de la biliarzia en muchas áreas tropicales, que se debe utilizar herramientas con asas manuales largas, que hace posible cortar las malezas a distancia, sin que los operadores tengan que entrar al agua.

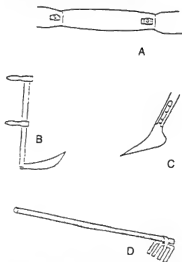


Figura. Cuatro tipos de herramientas manuales recomendadas por ILACO (1978) y Druiff (1979) para el control de malezas acuáticas en pequeños cursos de agua.

A = guadaña de cadena; B = guadaña de aclareo; C = cuchillo de canal;

D = tenedor de excavación (Dibujos con ayuda de ordenador: S.A. Pieterse).

Una guadaña de cadena consiste de 5-10 cuchillas de hierro interconectadas, de una longitud aproximada de hasta 50 cm, que están unidas sueltamente una de otra. En cada uno de las dos hojas exteriores hay una apertura para atar una cuerda. Al tirar de las cuerdas alternativamente, que se debe hacer por dos hombres (uno en cada orilla) las cuchillas se mueven en forma de zig zag sobre el fondo de la corriente de agua y, si las cuchillas están bien afiladas, la vegetación será bien cortada. Las malezas ya cortadas son recogidas por un tercer hombre para alejarlas del agua. Una guadaña de aclareo se compone de una cuchilla fijada a un brazo curvado de acero, dotada de asas ajustables. La misma es muy adecuada para cortar las malezas que crecen a lo largo de la orilla del cuerpo acuático. Esta se opera con tirones cortos, que la diferencia de la guadaña ordinaria, que es operada con barridas largas y regulares. Un cuchillo de canal se compone de un cuchillo de aproximadamente 50 cm de longitud, fijado a una asa o mango de madera. Una cuerda de aproximadamente 2 metros de longitud es fijada al mango o asa, exactamente por debajo de la cuchilla. Este es operado por dos hombres. Uno sostiene el mango y lo mueve de arriba a abajo, de tal manera que el cuchillo corte las malezas que crecen de la orilla hacia el agua. El otro hombre hala el cuchillo hacia adelante con la cuerda. Un tenedor de excavación se utiliza para sacar las malezas enraizadas en el fondo o para extraer plantas grandes libremente flotantes como el jacinto de agua.

La experiencia de este autor es que los funcionarios de políticas en los países en desarrollo pueden ser algo escépticos acerca de la utilización del control manual, ya que en la mayoría de los países occidentales esta práctica ha sido reemplazada por el uso de máquinas. Sin embargo, en los países del Tercer Mundo con fuerza laboral de bajo costo, el uso de los instrumentos manuales es muchas veces el método más económico, particularmente en pequeños cursos de agua.

Control químico

Generalmente no es aconsejable el uso de productos químicos en o cerca de los cuerpos acuáticos, ya que esto puede provocar riesgos al ambiente y a la salud humana. Esto es importante, en particular, en áreas densamente pobladas en los países en desarrollo, donde la población suele vivir en estrecho contacto con el agua. Además, la aplicación de herbicidas en la mayoría de los casos requiere de equipos relativamente sofisticados, los que son relativamente caros. Sin embargo, en situaciones de emergencia, los herbicidas menos dañinos pueden proporcionar una solución a corto plazo. Recientemente, los principales herbicidas utilizados en el agua o cerca de ésta, han sido discutidos por Murphy y Barrett (1990). Estos autores también dan una extensiva reseña del impacto ecológico del uso de los herbicidas en aguas frescas, incluyendo su toxicidad directa e indirecta sobre plantas no objeto de control, micro-organismos, invertebrados, peces y animales superiores.

Control biológico

Se puede concluir que el control biológico de las malezas acuáticas, similar al control biológico de malezas terrestres, ha sido en general no muy importante. Sin embargo, algunos de los mayores éxitos del control biológico de las malezas en general han sido obtenidos con malezas acuáticas. Estos progresos son aquéllos que tienen que ver con el uso selectivo de insectos que inciden en habitats originales de la maleza caimán (el crisomélido *Agasicles hygrophila*), del jacinto de agua (los curculiónidos *Neochetina eichhorniae* y *N. bruchi*, así como la polilla *Pylalida taladradora* del tallo *Sameodes albiguttalis*) y la salvinia (el curculiónido *Cyrtobagous salviniae*), respectivamente.

En las áreas donde estas malezas acuáticas han sido introducidas el potencial para el control biológico es generalmente muy favorable. Con respecto a la maleza caimán, el uso efectivo de *A. hygrophylla* está restringido a formas flotantes de la maleza en áreas con temperaturas relativamente altas (Buckingham *et al.* 1980). Además, se debe tomar en consideración que los insectos limitan el crecimiento en mayor o menor grado de estas malezas, pero en la mayoría de los casos son incapaces de eliminar la vegetación problemática completamente en el cuerpo acuático. En este sentido, *Cyrtobagous salviniae* es un agente excepcionalmente agresivo. En un período de un año, este picudo destruyó cerca de 18,000 toneladas de *Salvinia molesta* en el lago Moondarra en Australia (Room *et al.* 1981) y se pronostica que controlará exitosamente el crecimiento de la salvinia en la mayoría de las áreas tropicales y sub-tropicales del mundo (Room 1986).

Se ha recomendado introducir estas especies de insectos en todas las áreas donde el jacinto de agua, la salvinia o la maleza caimán están ocasionando problemas. Los insectos han sido estudiados en detalle y su especificidad de hospederos ha sido fehacientemente demostrada. Los costos son bajos y, aunque medios adicionales de control pueden ser necesarios, el efecto de estos insectos es perdurable, a menos que las malezas objeto de control sean completamente erradicadas. En tal caso, es obvio que los insectos también desaparecerían. En caso de reinfestación será necesario liberar una nueva colonia del agente de control. Nuevas colonias de *A. hygrophylla* pueden ser obtenidas del International Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) en Australia, el National Biological Research Center (NBRC) en Tailandia y del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA), mientras que colonias de *N. eichhorniae* son obtenibles de CSIRO, USDA y del Instituto Internacional de Control Biológico (IIBC) en Trinidad, y colonias de *C. salviniae* se pueden solicitar al CSIRO (Harley y Forno 1990).

Agentes biológicos específicos para el control de otras especies de malezas acuáticas aún no están disponibles. El picudo curculiónido *Neohydronomus pulchellus*, que ha sido colectado en América del Sur y que sustancialmente redujo el crecimiento de *Pistia stratiotes* en Australia, puede ser una excepción en este aspecto (Harley y Forno 1990).

Al contrario de la especificidad de los insectos antes mencionados, la carpa (*Ctenopharyngodon idella*), un pez fitófago, ataca casi todas las malezas acuáticas presentes. Por consiguiente, éste resulta un buen medio para mantener bajo control el excesivo crecimiento de la vegetación compuesta por varias especies de malezas y formas de crecimiento. Sin embargo, la carpa prefiere plantas con tejidos suaves, tales como las plantas sumergidas y otras pequeñas de libre flotación. Desafortunadamente, el jacinto de agua es de poca preferencia por la carpa, pero de no haber otras plantas, los peces pequeños se alimentarán de las raíces y los más grandes de raíces, hojas y peciolo del jacinto. Una ventaja adicional de la carpa herbívora es también su buen sabor como pez, lo cual puede servir como fuente de alimento para la población local. Es por eso que la carpa herbívora es teóricamente un medio ideal para el manejo de malezas acuáticas en la agricultura de bajos insumos. Lamentablemente, el manejo de la carpa es extremadamente difícil. El pez es fuertemente afectado por los factores ecológicos, tales como temperatura, contaminación del agua y depredadores. Además, en áreas densamente pobladas no es siempre factible prevenir la pesca excesiva o en balde.

Las carpas herbívoras requieren condiciones muy específicas para desovar y en general no se multiplican fuera de su hábitat original en China y Siberia. No obstante, la reproducción artificial es relativamente fácil en una unidad de reproducción. El desove puede ser inducido por inyecciones de hormona bajo condiciones anestésicas y la fertilización de los huevos puede ser realizada *in-vitro*. Después, el joven pez debe

criarse hasta un tamaño que permita su liberación segura, lo que depende de la presencia del pez depredador. En los Países Bajos, el pez debe tener unos 30 cm de longitud para prevenir la depredación por lucio. Por otro lado, en canales de irrigación en Egipto es posible reproducir peces relativamente pequeños, ya que grandes peces depredadores están escasamente presentes (Khattab y El Gharably 1986). La utilización de la carpa herbívora en la agricultura de bajos insumos requiere que las autoridades locales proporcionen el pez gratuitamente o a bajos costos, lo que obliga a tener unidades de reproducción y personal para operarlas.

El manatí (*Trichechus manatus*), un mamífero que ha recibido amplia publicidad como agente para el manejo de malezas acuáticas, es también una especie en peligro de extinción, dado su bajo nivel reproductivo, pero resulta cuestionable su uso como agente de control de malezas acuáticas. A pesar de ser descrito como un animal voraz de muchas malezas acuáticas en anteriores publicaciones, esto ha sido objeto de discusión por parte de Etheridge *et al.* (1985).

Control integrado

Como los métodos de control aplicados por separado no son siempre efectivos, es sumamente ventajoso combinar varios procedimientos de manejo. Un posible enfoque es la combinación del control manual (con el uso de herramientas manuales) con el control biológico. Los insectos específicos para el control del jacinto de agua, la salvinia o la maleza caimán deben ser particularmente incluidos en este contexto, los que, al menos, ayudan a mantener una baja tasa de crecimiento de las malezas y, por consiguiente, la extracción manual será menos prolongada y tediosa. Una combinación a base de la liberación de la carpa herbívora y la extracción manual es también otra posibilidad. La carpa herbívora generalmente no se alimenta mucho de las malezas con tejidos relativamente duros o de plantas emergentes que crecen fuera del agua. Sin embargo, es relativamente fácil extraer pequeñas poblaciones de malezas con herramientas manuales.

Una combinación a base de aplicaciones herbicida (2,4-D) y del picudo *Neochetina eichhorniae* para el control del jacinto de agua ha sido probada en los EE.UU. (Haag 1985). El herbicida no afectó directamente los picudos y sucedió que los adultos del insecto se trasladaron de las plantas tratadas con el herbicida a las no tratadas en las áreas adyacentes. Sin embargo, en opinión de este autor, la aplicación de herbicidas debe evitarse lo más posible dentro o cerca de los cuerpos acuáticos, por lo que sólo aplicaciones menores del 2,4-D pueden ser consideradas bajo estas condiciones. Este herbicida es poco costoso y no muy tóxico, pero no debe olvidarse que el mismo no debe usarse en áreas próximas a cultivos de plantas dicotiledóneas.

Usos prácticos

Con respecto a los altos costos del manejo acuático de malezas, varios estudios han sido realizados sobre las posibilidades de uso práctico, para compensar, al menos parcialmente, los costos de la extracción de las malezas. Al respecto debe verse la reciente reseña de Joyce (1990). La investigación se ha desarrollado particularmente sobre el jacinto de agua. Una desventaja es que el contenido de agua de las plantas acuáticas es muy alto (en el jacinto de agua es más de 90%), lo cual implica que el transporte del material húmedo es bastante costoso. De aquí se puede concluir que para usos prácticos es apenas posible desarrollar tal sistema sobre una base económica. Usos prácticos potenciales de las malezas acuáticas para los pequeños agricultores generalmente incluyen:

- (1) Producción de biogás;
- (2) Alimento para animales;
- (3) Producción de compost y acolchado

La producción de biogás consiste en la descomposición controlada de las plantas por una bacteria anaeróbica productora de metano. Las plantas trituradas convenientemente son ubicadas en un tanque sellado con el inoculo de la bacteria, el cual, después de un cierto período de tiempo, produce una mezcla de gas consistente en aproximadamente 70% de metano y 30% de dióxido de carbono. Este proceso tiene la ventaja de utilizar la humedad de las plantas acuáticas, la que es requerida para la fermentación. El biogás quema pronto y se puede utilizar para cualquier aplicación, donde el gas natural es utilizado: para cocinar, como fuente de calefacción y de energía. Sin embargo, el biogás no puede ser comprimido en cilindros a menos que se separe el dióxido de carbono. Por lo tanto, no es práctico usarlo para combustible de máquinas. También se debe tomar en consideración que su uso requiere supervisión continua para mantener la producción de metano. A pesar que la adquisición del equipo para la fermentación puede ser simple y barata, la construcción requiere conocimientos técnicos, además de mantenimiento cuidadoso.

Numerosas ensayos fallidos se han hecho en la alimentación de los animales con la masa de las plantas acuáticas. Esto es debido al alto contenido de humedad y minerales (sodio, hierro, potasio y calcio se presentan con niveles de 3 a 100 veces más altos que los hallados en los forrajes producidos en medio terrestre) en las malezas acuáticas. No obstante, cuando las plantas están parcialmente deshidratadas y ensiladas, son normalmente aceptadas por el ganado vacuno y ovino. Las malezas acuáticas son aceptadas también por los animales cuando estas son utilizadas como suplemento o mezcladas con otros forrajes.

Mucha atención se ha prestado al uso de las malezas acuáticas como material de compost, en particular del jacinto de agua. Sin embargo, los resultados han sido variables en gran medida, lo cual está probablemente relacionado con la extensión del período de pre-secado de las plantas. La mayoría de las operaciones exitosas para producir composts a partir de malezas acuáticas comprenden la adición de suelo, ceniza, material vegetal fibroso y estiércol seco.

Las plantas acuáticas al ser utilizadas como acolchado reducen la erosión, suprimen las malezas, disminuyen la evaporación y aumentan la humedad del suelo y el contenido de materia orgánica. El transporte es, sin embargo, el factor limitante. Esto puede solucionarse parcialmente si las plantas son secadas bajo los efectos de los rayos solares en las orillas del cuerpo acuático antes de su transportación.

CONCLUSIONES

La agricultura de bajos insumos está usualmente relacionada con los pequeños agricultores, los que poseen limitados fondos. En lo que se refiere al manejo de malezas acuáticas en la agricultura de bajos insumos, se debe observar que los pequeños agricultores no son generalmente responsables de las operaciones de irrigación y drenaje de grandes canales o del manejo de embalses. En la mayoría de los países estos grandes cuerpos acuáticos son administrados por autoridades gubernamentales. Es por eso que los problemas de malezas acuáticas abordados en el contexto de esta información principalmente se refieren a pequeños canales y embalses.

Para mantener los pequeños cursos de agua libres de malezas, puede ser útil plantar árboles a lo largo de las orillas. Generalmente, una disminución de la intensidad de luz

marcadamente reduce el crecimiento de las malezas. Se debe también evitar el arrojto de desechos y de aguas de bañal en el agua del embalse, ya que esto conduce a la eutroficación (aumento de nutrientes en el agua) y el estímulo subsiguiente del crecimiento de las malezas. Si una densa vegetación está en desarrollo, se recomienda el uso de herramientas manuales para extraer las malezas del agua.

En lo concerniente al control biológico, sería muy ventajoso introducir los insectos específicos, ya disponibles, en áreas afectadas por el jacinto de agua y la salvinia. La maleza caimán puede ser también controlada con el uso de insectos, pero con la excepción de EE.UU. y Australia, esta maleza no es un gran problema. Existen otros agentes biológicos para el control de otras plantas acuáticas, pero desde un punto de vista práctico tales especies aún no son importantes como plagas.

Desde un punto vista puramente teórico, el uso de la carpa herbívora en el control de malezas acuáticas es un atractivo alternativo, pero es muy cuestionable si se debe recomendar para su uso al nivel del pequeño agricultor, ya que en la mayoría de los casos su manejo será difícil.

Los usos prácticos de las malezas acuáticas, como actividad de apoyo en el control de malezas, no parece ser factible en general, salvo que se utilicen para compost o acolchado, y siempre que la distancia para su traslado no cree problemas de transportación.

REFERENCIAS

- Buckingham G.R., D. Boucias y R.F. Theriot 1983. Reintroduction of the alligatorweed flea beetle (*Agasicles hygrophila* Selman and Vogt) into the United States from Argentina. *Journal of Aquatic Plant Management* 21:101-102.
- Denny P. (Ed.) 1985. The ecology and management of African wetland vegetation. W. Junk, La Haya, Holanda, 344 pp.
- Drujiff A.H. 1979. Manual and mechanical control of aquatic weeds in watercourses. In: M.E. Beshir y W. Koch (Eds.) *Weed Research in the Sudan: Volume I. Proceedings of a Symposium* pp 139-145. Berichte aus dem Fachgebiet Herbologie Universität Hohenheim, Alemania.
- Etheridge K., G.B. Rathbun, J.A. Powell y H.I. Kochman 1985. Consumption of aquatic plants by the West Indian manatees. *Journal of Aquatic Plant Management* 23:21-25.
- Haag K.H. 1985. Does herbicide application affect water hyacinth weevils? *Aquatics* 7: 13-15.
- Harley K.L.S. y I.W. Forno 1990. Biological control of aquatic weeds by means of arthropods. In: A.H. Pieterse and K.J. Murphy (Eds.) *Aquatic Weeds, the Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido, pp 177-186.
- Joyce J.C. 1990. Practical uses of aquatic weeds. In: A.H. Pieterse and K. Murphy (Eds.) *Aquatic Weeds, the Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*. Oxford University Press, Oxford, R.U. pp 274-291.
- Khattab A.F. y Z. El Gharably 1986. Management of aquatic weeds in irrigation systems with special reference to the problem in Egypt. *Proceedings EWRS/AAB 7th Symposium on Aquatic Weeds 1986*, pp 199-206.
- ILACO 1978. Aquatic weed control project. ILACO (International Land Development Consultants) Final report. 123 pp.
- Murphy K.J. y P.R.F. Barrett 1990. Chemical control of aquatic weeds. In: A.H. Pieterse y K.J. Murphy (Eds.) *Aquatic Weeds, the Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*. Oxford University Press, Oxford, R.U. pp 136-173.
- Pieterse A.H. 1990. Introduction. En: A.H. Pieterse y K.J. Murphy (Eds.) *Aquatic Weeds*,

- the Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*. Oxford University Press, Oxford, U.K. pp 3-16.
- Room P.M. 1986. Biological control is solving the world's *Salvinia molesta* problems. *Proceedings EWRS/AAB 7th Symposium on Aquatic Weeds 1986*, pp. 271-276.
- Room P.M., K.L.S. Harley, I.W. Forno y D.P.A. Sands 1981. Successful biological control of the floating weed *Salvinia*. *Nature* (Londres) 294: 78-80.
- Wade P.M. 1990. Physical control of aquatic weeds. In: A.H. Pieterse and K.J. Murphy (Eds.) *Aquatic Weeds, the Ecology and Management of Nuisance aquatic vegetation*. Oxford University Press, Oxford, R.U. pp 93-135.

CAPITULO 12

CRITERIOS ECONOMICOS PARA EL DESARROLLO DEL MANEJO DE MALEZAS

CRITERIOS ECONOMICOS PARA EL DESARROLLO DEL MANEJO DE MALEZAS

B.A. Auld

INTRODUCCION

Desde un punto de vista económico, una maleza es una planta, cuya presencia resulta en la reducción de la rentabilidad del sistema agrícola. Cualquier planta no cultivable que aparece en las áreas cultivables son usualmente consideradas como malezas en los sistemas agrícolas altamente desarrollados, pero este concepto no es igual en la agricultura de bajos insumos. Chacon y Gliessman (1982) han descrito la clasificación de las plantas no cultivables desarrollada por un grupo de agricultores tradicionalistas, que suele utilizar el sistema de desmonte y quema en México. Tal clasificación consiste en el uso potencial de estas plantas, así como sus efectos sobre el suelo y la producción de los cultivos. Muchas de las plantas no cultivables son consideradas como "buen monte" con usos variados, tales como alimentos para el consumo humano y de animales domésticos. Es por eso, que aunque "las malezas" son generalmente vistas como plantas con efectos económicos negativos, esto puede no ser siempre válido en los sistemas de la agricultura de bajos insumos o de subsistencia.

EL IMPACTO ECONOMICO DE LAS MALEZAS

El impacto de las malezas en cualquier sistema agrícola puede ser a través de:

1. Producción agrícola reducida (en cantidad o calidad).
2. Los costos incurridos en un nivel dado de control de malezas dentro del sistema agrícola existente.
3. Un cambio del sistema agrícola existente a otro nuevo (p.ej. un nuevo cultivo) ocasionado principalmente por la presencia de malezas particulares.
4. Costos externos provocados por las malezas que se propagan afuera de los límites de la finca o predio.

Posiblemente, a causa de su facilidad relativa de medición, el gasto directo por concepto de control de malezas es con frecuencia erróneamente visto como la medida de costo de las malezas, pero la realidad es que este indicador es sólo uno de los factores en la determinación de la pérdida económica provocada por las malezas. El gasto total del control de malezas siempre tiende a subestimar el valor absoluto de las pérdidas reales causadas por las malezas (a menos que el gasto monetario en el control de malezas sea irracionalmente mayor que los beneficios obtenidos).

La reducción de la ganancia provocada por las malezas es generalmente calculada experimentalmente mediante la comparación de áreas totalmente infestadas de malezas con otras desyerbadas teóricamente al óptimo (o sea parcelas-testigos libre de malezas). Aunque experimentalmente la eliminación completa de las malezas es posible, esto en el orden práctico y económico resulta poco factible en la mayoría de las situaciones, ya que el costo de eliminación total de cada planta (cuando la población es muy baja) normalmente excederá los beneficios. El nivel óptimo de control de malezas es aquél que proporciona la mayor ganancia.

La reducción de la ganancia a causa de las malezas es mejor calculada a través de la diferencia en la ganancia entre lo que se podría obtener a un nivel económicamente óptimo de control de malezas comparada con la presencia de éstas, o sea con o sin cierto nivel de esfuerzo (gastos) para controlarlas.

Los cambios en las empresas agrícolas pueden tener lugar a causa de la presencia o amenaza de malezas (ver costos externos más adelante). Si una nueva empresa es menos rentable que otra previa, esto se debe al costo provocado por las malezas. Sin embargo, no siempre es válido atribuir la diferencia completa de rentabilidad a las malezas, ya que pueden haber otros factores que inciden en la decisión de cambio de la empresa.

Los costos externos debido a las malezas tienen lugar por el hecho que las malezas se diseminan. La presencia de las malezas en una finca o predio puede resultar una amenaza a otras vecinas no infestadas. Por ejemplo, la presencia del sorgo de Aleppo, *Sorghum halepense*, en una finca o predio puede alertar a un agricultor vecino de no cultivar híbridos de sorgo, dado el peligro de invasión de la maleza y la posible contaminación del polen del sorgo cultivable con el de la maleza, así como por el hecho que el sorgo de Aleppo hospeda plagas y enfermedades comunes. De esta manera, una finca o predio infestada puede imponer un costo a otras vecinas aún no infestadas. Desde el punto de vista de comunidad (ver más adelante) hay buenas razones para realizar gastos de control de malezas potencialmente invasoras, incluso se justifica aún cuando las pérdidas en las áreas ya infestadas sean más bajas que el costo del control requerido.

OBJETIVOS DEL CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas generalmente se adopta para reducir el tamaño de la población de malezas (Fig 1.). Si la erradicación (Fig. 1) es frecuentemente un objetivo ideal, su práctica es rara para el control de especies plenamente establecidas, ya que el banco de semillas en el suelo es grande y la reinvasión es siempre de esperar. Como ya se dijo antes, en la medida que la población de una especie de maleza decrece, siempre costará más encontrar cada planta adicional.

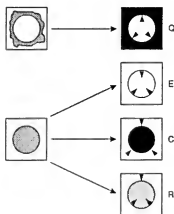


Fig. 1. Representación esquemática de cuatro políticas de control de malezas con producciones potenciales. Áreas sombreadas son las infestadas de malezas (el grado de sombra indica la densidad de maleza) y las flechas indican los sitios de acción. Q, Cuarentena; E, Erradicación; C, Contención; R, Reducción de la infestación existente (de acuerdo a Auld *et al.* 1987).

Sin embargo, una política práctica de control lo es la adopción de medidas de cuarentena sobre malezas específicas en finca o predios individuales. Con este enfoque, el agricultor busca eliminar (o prevenir la entrada) de nuevas plantas invasoras. Si la especie es común en la región, esto impone establecer una vigilancia y control por tiempo indefinido. La contención de una especie de maleza dentro de un área determinada también implica un compromiso a largo plazo. La observación permanente del área a infestarse por la maleza, la restricción del movimiento de animales, maquinaria y productos posiblemente contaminados con semillas de la maleza son requerimientos básicos en esta dirección.

El factor tiempo es importante dentro de las consideraciones económicas debido a que el valor del dinero decrece con el tiempo y la incertidumbre sobre los costos y beneficios puede aumentar también con el decursar del tiempo. Además, el beneficio posterior a la cosecha por concepto del control de malezas en el área, donde se realizó la medida de control, será también de importancia.

El grado, al cual las poblaciones deben ser reducidas, se determina por los costos del control, los precios de los productos obtenidos y los efectos previstos del control realizado sobre las futuras poblaciones de malezas.

CAMPO INDIVIDUAL

Las decisiones de manejo relativas a un campo individual deben ser realizadas dentro del contexto de un manejo general de malezas a nivel de toda la finca o predio. No obstante, un campo individual que contiene un cultivo y una especie de maleza, puede ser considerado aisladamente, lo que resulta ser una buena abstracción para desarrollar una apreciación de la decisión para adoptar las medidas de control.

Una especie de maleza afecta el rendimiento del cultivo generalmente a través del aumento de la densidad de la planta indeseable que reduce la producción en grado decreciente (Fig. 2) (ver Cousens, 1985). Al darle a esta relación el valor del rendimiento aumentado, el ingreso derivado del control de malezas realizado decrecerá en la medida que se eleven las densidades de las malezas (Fig. 3).

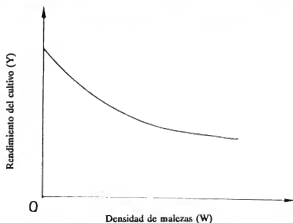


Fig. 2. La relación típica de pérdida de cultivo/densidad de malezas.

El costo del control de malezas no siempre varía en correspondencia con la densidad de éstas. Consideremos un caso simple en la agricultura altamente desarrollada, donde se logró un nivel de control con la aplicación de un herbicida asperjado con un equipo móvil dotado de aguilón y boquillas. El campo fue completamente aplicado y el costo del tratamiento es fijo, con independencia de la densidad de malezas (Fig.3)

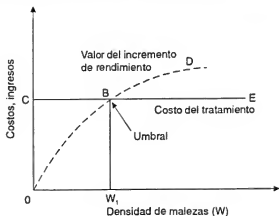


Fig. 3. El umbral económico para un tratamiento de una maleza suponiendo que el tratamiento es completamente efectivo. En este caso, es económico controlar la maleza si la densidad excede W_1 ; el tratamiento no es económico a bajas densidades de la maleza. El costo del control (CBE) se supone no estar relacionado a la densidad de la maleza. OBD es el aumento de ingresos causado por el control de malezas para un rango de densidades (según Auld *et al.* 1987).

El punto, en el cual la "línea de costo" se cruza con la "curva del valor de rendimiento aumentado" es la densidad mínima, en la cual se deben controlar las malezas (o sea el "umbral" de densidad de la maleza). Observemos que el valor de rendimiento aumentado obtenido a cuenta de la medida de control a una determinada densidad de la maleza asume que se ha logrado una efectividad de control del 100%.

Si se adopta una consideración a más largo plazo de los ingresos a cuenta del control de malezas, esto generalmente significará que el umbral de la densidad de malezas será inferior al establecido en el curso de un año. El umbral variará en dependencia del rendimiento del cultivo, precios de venta de la producción, distribución de las malezas (Auld y Tisdell 1988) y varios otros factores. Posiblemente lo más importante aquí es que si el potencial de rendimiento del cultivo es incierto (sea p.ej. en razón de lluvias irregulares) y los precios que se obtendrán por la cosecha son igualmente inciertos, entonces el umbral de densidad de las malezas será incierto. La actitud de riesgo del agricultor (ver más adelante) tendrá influencia marcada sobre la densidad de malezas a la cual él decidirá desarrollar las medidas de control.

Mientras que la curva del valor de rendimiento aumentado es generalmente uniforme, esta podrá ser discontinua si la densidad crítica de la maleza afecta la calidad de la producción y reduce considerablemente su precio de venta. Esto puede suceder en

presencia de un nivel determinado de contaminación de los granos colectados con semillas de malezas, lo que reducirá el valor de la producción (Fig. 4). (Es posible relegar los contaminantes después de la cosecha, pero esto también costará).

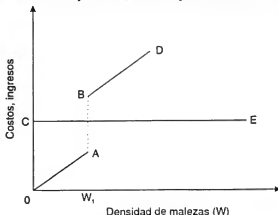


Fig. 4. La relación entre la pérdida de ingresos ($OABD$) y la densidad de la maleza es discontinua; a una densidad de maleza W_1 el valor de la producción del cultivo es pronunciadamente reducido. El costo del tratamiento es CE .

Costos variables de control

La situación más sencilla arriba descrita asume que el costo del control de malezas en un campo individual es un costo fijo, no afectado por la densidad de éstas. Sin embargo, en la agricultura de bajos insumos, donde el control de malezas es muchas veces manual, el costo del control aumentará con la densidad de malezas, probablemente de manera lineal (Fig. 5).

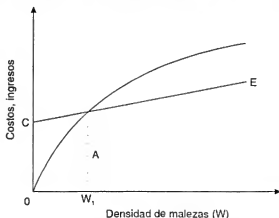


Fig. 5. Variación de la Fig. 3 donde el costo del control (que puede ser por escarda manual) aumenta linealmente con la densidad de la maleza.

Si la fuerza de trabajo es escasa y el control de malezas está compitiendo con otras actividades por la fuerza laboral disponible, entonces el costo (oportunidad) por el uso de la fuerza alternativa de trabajo deberá ser considerada (ver Finca o predio Completa más adelante). El costo del control podría elevarse a ritmo creciente con la densidad de las malezas (Fig. 6) o podrían haber discontinuidades en la curva de costo a causa de demandas competitivas por la fuerza de trabajo disponible. Esto puede ser de importancia crítica, ya que el control de malezas a tiempo es también crítico y cualquier tardanza en el desyerbe podría causar una reducción sustancial del rendimiento final. En la agricultura de bajos insumos bien podría ser que el nivel económicamente óptimo de control de malezas no sea lograble, ya que sería más importante situar los recursos laborales en las actividades de mayor beneficio. El nivel de control económicamente óptimo en la Fig. 6 está entre W_1 y W_2 , exacto en el punto, donde la distancia vertical (Costos e Ingresos) entre las dos curvas es mayor. Observemos que ésta es menor que la máxima producción física.

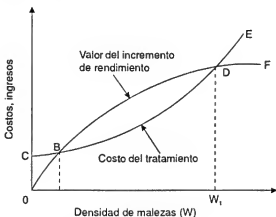


Fig. 6. Los costos de control (CBDE) aumentan a un ritmo creciente (debido, posiblemente, a otras demandas del trabajo). Hay dos umbrales W_1 y W_2 ; el control es económico sólo entre W_1 y W_2 .

Riesgo e incertidumbre

El rendimiento potencial del cultivo, aún cultivado en un área libre completamente de malezas, puede ser tan incierto debido a las variables del tiempo, ataques por insectos o enfermedades, como lo podría ser el precio de la producción obtenida a causa de fluctuaciones del mercado. Además, en la agricultura de bajos insumos el valor de las producciones es difícil de medir si las mismas son utilizadas más para fines de trueques que para ventas directas.

Con incertidumbres como éstas, el umbral económico se representa por un rango variado de densidades de malezas (Fig. 7) y la densidad escogida por el agricultor para realizar el control de malezas dependerá de su actitud al riesgo. La renuencia del agricultor al riesgo provoca la tendencia a controlar las malezas a bajas densidades. La aversión al riesgo podría ser un objetivo relativamente más importante en la agricultura de subsistencia que maximizar la ganancia (ver Auld y Tisdell 1987, en la discusión sobre la respuesta a las incertidumbres).

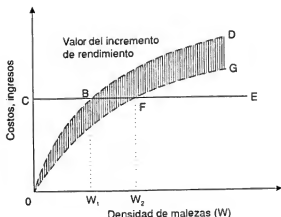


Fig. 7. Incertidumbre del rendimiento potencial del cultivo, su valor y los beneficios del control de malezas son ilustrados por un rango de valores potenciales de rendimiento aumentado y un rango consecuente de densidades críticas entre W_1 y W_2 (de acuerdo a Auld *et al.* 1987).

Pastoreo de animales

Los efectos del consumo de plantas no cultivadas en la producción animal tienen un carácter específico y dependiente de la especie objeto de pastoreo: efectos de envenenamiento o aumento de la producción animal pueden ser registrados (ver Auld *et al.* 1979). Para evaluar la influencia de las especies vegetales que no son ingeridas por el animal (malezas), los efectos competitivos sobre las plantas de pastos deben ser también evaluados. Sin embargo, esto no puede ser considerado aisladamente de los animales a pastorear.

Un sistema de pastoreo es aquel que involucra la oferta y la demanda. Donde la cantidad de pastos es el factor limitante de la producción animal, entonces su valor será el más alto, pero este no deberá exceder su valor de oportunidad, que es el valor de forraje adquirido. En áreas donde un pasto está en exceso de la demanda, su valor será nulo.

De esta forma los efectos económicos de las malezas en los pastos dependen del valor de éstos en un momento específico. Por ejemplo, las malezas anuales que aparecen al momento de desarrollo máximo del pasto, pueden tener un pequeño impacto económico sobre este.

La finca completa

La mayoría de las decisiones de los agricultores sobre el control de malezas no se hacen sólo en el contexto de un campo individual, sino en relación a la operación dentro de toda su finca o predio. Aunque pudiera ser una pequeña finca o predio, es poco probable que la finca o predio de bajos insumos esté sólo compuesta de una producción

única. Es por eso que un agricultor debe considerar todos los factores competitivos por los recursos (fuerza de trabajo, tierra, dinero) y situar estos recursos de manera de lograr sus objetivos- p.ej. ganancias máximas o reducir el riesgo al mínimo.

PUNTO DE VISTA DE COMUNIDAD

El control biológico clásico es una de las estrategias más deseables de control de malezas en el contexto de la agricultura de bajos insumos. Desde un punto de vista de comunidad o nación, este método es adecuado para el control de malezas de amplia distribución o de aquellas especies exóticas de rápida diseminación.

Los efectos externos son consideraciones económicas y sociales muy importantes para el control biológico clásico. El agente de control es introducido en un número limitado de lugares y luego se desplaza hacia otras áreas, "en la búsqueda" de la plaga para realizar su efecto de control de acuerdo a su potencial. Desde el punto de vista de costo, esta habilidad del agente de control de búsqueda o de ponerse en contacto con la plaga de forma independiente puede ser considerada una ventaja comparado con el control químico y mecánico, donde se requieren de esfuerzos humanos, gastos adicionales y uso de energía para poner en contacto al agente químico con la plaga a controlar. Además, un agente de control biológico puede ser capaz de diseminarse a áreas inaccesibles. El control biológico clásico se ha mostrado muy efectivo en varios países en desarrollo (p.ej. Doeleman 1989).

CONCLUSIONES

Algunos factores económicos y sociales deben ser considerados a la hora de decidir cuales medidas de control de malezas se deben desarrollar en la agricultura de bajos insumos. Este capítulo ha introducido y reseñado los factores más comunes a ser tomados en consideración por los malezólogos, consejeros, administradores y agricultores.

Agradecimiento

Agradezco al Dr K. Menz por las útiles discusiones sostenidas sobre el tópico.

REFERENCIAS

- Auld B.A. y C.A. Tisdell 1987. Economic thresholds and response to uncertainty in weed control. *Agricultural Systems* 25: 219-227.
- Auld B.A. y C.A. Tisdell 1988. Influence of spatial distribution of weeds on crop yield loss. *Plant Protection Quarterly* 3: 81.
- Auld B.A., K.M. Menz y R.W. Medd 1979. Bioeconomic model of weeds in pasture. *Agro-Ecosystems* 5: 69-84.
- Auld B.A., K.M. Menz y C.A. Tisdell 1987. *Weed Control Economics*. Academic Press, Londres. 177 pp.
- Chacón J.C. y S.R. Gliessman 1982. Use of the "non weed" concept in traditional tropical agroecosystems of south eastern Mexico. *Agro-Ecosystems* 8: 1-11.
- Cousens R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology* 107: 239-252.
- Doeleman J.A. 1989. Biological Control of *Salvinia molesta* in Sri Lanka: An assessment of costs and benefits. *Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. Technical Report* 12, 14 pp.

CAPITULO 13

MANEJO DE MALEZAS EN CEREALES

MANEJO DE MALEZAS EN ARROZ

K. Moody

INTRODUCCION

La producción de arroz y el manejo de malezas son frecuentemente sinónimos; el control de malezas es el punto central de coordinación de muchas operaciones agrícolas. Es imposible producir arroz económicamente sin disponer de un programa de control de malezas bien planeado. De vital importancia es la forma de preparar el terreno, el cuidado en la siembra del cultivo y la celeridad con la que se aplique el manejo de malezas.

Las malezas pueden ser controladas ecológicamente mediante su inmersión bajo el agua, manualmente mediante arranque manual o el uso de cultivadores rotatorios, culturalmente al sembrar variedades competitivas a densidades óptimas y químicamente a través de la aplicación de herbicidas. El método de control de malezas, para ser aceptado por los agricultores, debe ser factible agrónomicamente y en su manejo, y viable económicamente.

El término "prácticas culturales" se refiere a una serie amplia de técnicas de manejo utilizadas por los agricultores para lograr sus objetivos de producción. Las prácticas culturales que tienen un efecto sobre el crecimiento de las malezas incluyen la preparación del terreno, el manejo del agua, el método de siembra y el manejo de la fertilización.

En arroz trasplantado en condiciones de secano, las malezas importantes son *Cyperus difformis* L., los miembros del complejo de *Echinochloa crus-galli*, *Leptochloa* spp., *Monochoria vaginalis* (Burm.f.) Presl., *Paspalum distichum* L., *Scirpus* spp. y *Sphenoclea zeylanica* Gaertn. Las más importantes en arroz sembrado directo y en seco son *Commelina diffusa* Burm.f., *Cyperus iria* L., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Ischaemum rugosum* Salisb., y las formas salvajes y rojas del arroz (*Oryza* spp.).

En arroz de secano, las especies principales son *Ageratum conyzoides* L., *Amaranthus spinosus* L., *Commelina benghalensis* L., *Cyperus rotundus* L., *Digitaria* spp., *Echinochloa colona*, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Portulaca oleracea* L. y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton. Las especies parásitas del género *Striga* van adquiriendo importancia en Africa.

CONTROL DE MALEZAS

Prevención

El primer paso en el control de las malezas es la prevención de la infestación. Un número de especies de malezas que poseen un patrón de madurez similar al arroz son cosechadas y diseminadas con las semillas del cultivo. Es esencial que la semilla del arroz a utilizarse para la siembra esté completamente libre de semillas de malezas, ya que la semilla contaminada es una de las fuentes principales de infestación de malezas.

El agua para la irrigación es otra fuente de propagación de semillas de malezas. Las corrientes de agua mueven millones de semillas de malezas de un lugar a otras nuevas localidades. La cantidad y el tipo de semilla de maleza trasladada por el agua depende del volumen y la velocidad del agua, así como del tamaño y peso de la semilla o de los propágulos vegetativos.

Las semillas de malezas también son diseminadas por los animales que pastorean sobre las mismas, mientras que sobre el fango, estas se adhieren a los aperos de labranza, a los pies del hombre, los animales y las aves.

La base de cualquier programa de control de malezas es la aplicación apropiada de los procedimientos sanitarios para prevenir el movimiento indeseable de las semillas de malezas.

Preparación del terreno

El método de preparación del terreno y el equipo utilizado variará en dependencia del sistema de cultivo del arroz, pero los objetivos generales son los mismos en todos los casos. La razón primordial de la preparación es proporcionar condiciones libres de malezas al momento de la siembra y la segunda es crear condiciones favorables para el crecimiento y el desarrollo del cultivo.

El fanguero, además de formar una capa de suelo ("hard pan") que reduce las pérdidas del agua de irrigación y crea condiciones para la siembra de semillas pre-germinadas o plántulas, facilita la incorporación de las semillas de malezas en las capas más profundas del fango, donde se descomponen para formar compuestos de amonio que son retenidos mucho mejor en el suelo que los nitratos y pueden ser utilizados directamente por los cultivos. La incorporación de las malezas durante la preparación del terreno proporcionará una fuente adicional de nutrientes.

La buena preparación del terreno es un medio efectivo y económico de mantener bajas las infestaciones de malezas. Un campo preparado pobremente no proporciona un medio adecuado para el crecimiento óptimo de la planta. Si el campo no está nivelado, las plántulas de cultivo no se establecerán rápidamente en los lugares bajos y las malezas crecerán abundantemente en las zonas altas. Las malezas invaden los espacios libres donde el arroz no crece, lo que resulta en pérdidas de crecimiento debido a la competencia. Tales condiciones provocan la presencia de plantas de cultivo con escaso crecimiento y pobre producción de hijos. La nivelación correcta del campo permitirá que el agua de irrigación cubra uniformemente la superficie completa del terreno sin provocar inmersión de las plantas de arroz.

La preparación del terreno, por espacio de cierto tiempo, tendiente a estimular la germinación precoz de las malezas antes de la siembra, es particularmente pertinente para el arroz sembrado en seco. Esta técnica incluye el control sea químico, manual o mecánico de las sucesivas emergencias de malezas antes de la siembra. Los herbicidas deberán ser aplicados o la labor de cultivo se realizará cuando la mayoría de las semillas de malezas en el suelo superficial han germinado y las plántulas están en estadios de dos a cinco hojas.

Una labor de cultivo se podrá realizar después que el arroz se siembre, pero antes que las plántulas emerjan, lo que también se le conoce como cultivo ciego. Este a veces es practicado en arroz sembrado en suelo seco a fin de romper la costra del suelo para crear condiciones favorables para la emergencia del arroz y eliminar plántulas de malezas. La operación en cuestión es comúnmente realizada con una grada de punta dentada o con otros aperos de labranza, como rejas que penetran ligeramente el suelo.

Método de siembra

El crecimiento de las malezas es mayor en la siembra directa que en la de trasplante. El trasplante se realiza en lugar de la siembra directa para permitir a las plantas de

arroz una ventaja de crecimiento sobre las malezas. Sin embargo, debido a la disminución de la fuerza laboral y el aumento de su costo, la importancia del arroz de siembra directa en condiciones húmedas (semilla pre-germinada, sembrada sobre suelo fangoso) se ha elevado significativamente en años recientes.

Almácigos o Semilleros

Las malezas pueden causar, además de daños serios a las plantaciones de arroz, serios problemas en almacigos o semilleros de éste. Las plántulas de arroz son muy susceptibles a la competencia de las malezas y, por consiguiente, el control de éstas es una operación importante para garantizar una alta calidad de las posturas a plantar.

Las plántulas de *Echinochloa* spp. son a veces trasplantadas en el campo con plantas de arroz, ya que resulta casi imposible diferenciarlas. Estas son altamente competitivas y causan pérdidas apreciables de los rendimientos del cultivo. El desyerbe manual es laborioso e inefectivo debido a las similitudes morfológicas entre las plantas de arroz y las de *Echinochloa* spp. La separación manual de las plántulas de malezas de las del arroz antes del trasplante es una operación inefectiva, laboriosa, consume tiempo y es costosa. Sin embargo, el tratamiento de herbicida es barato (70 centavos EE.UU. o menos para tratar 440 m² de almacigos) y es práctico para el control de las malezas en las almacigos o semilleros de arroz (Rao y Moody 1988).

Distancia de siembra

La competencia del cultivo es uno de los métodos de control de malezas más útiles para el agricultor. La siembra densa del arroz resulta en la reducción del peso de las malezas y su competencia, además de crear condiciones óptimas para optar por otras medidas adecuadas de control de malezas a integrar (Moody *et al.* 1983). Sin embargo, la relación costo-beneficio marginal disminuirá en la medida que se eleve la norma de semilla o la población de posturas en el caso de trasplante, a espaciamientos mas estrechos (Estorninos y Moody 1983).

Kim y Moody (1980) comunicaron que el crecimiento de las malezas sin medida de control causó una reducción de los rendimientos de sólo 11% cuando el arroz fue trasplantado a 10 x 10 cm de distancia comparado con una pérdida del 31% cuando se trasplantó a una distancia de 20 x 20 cm.

Las normas de siembra en arroz sembrado húmedo son generalmente altas, dirigidas principalmente a inhibir el crecimiento de las malezas; una alta norma de siembra de arroz compensa parcialmente un pobre control de malezas. Moody (1977) comunicó que hubo una disminución significativa del peso de las malezas en arroz sembrado húmedo cuando las normas de siembra aumentaron de 50 a 250 kg/ha; el rendimiento en grano se elevó en las parcelas no desyerbadas, pero no así en las desyerbadas, en respuesta al aumento de la densidad de plántulas. Altas normas de siembra sólo son beneficiosas si no se practica medida alguna de control de malezas o sólo se desarrollan parcialmente (Guyer y Quadranti 1985).

Manejo del agua

El buen manejo del agua ha sido siempre reconocido como un medio efectivo de control de malezas en arroz de tierras bajas. La inundación, aplicada durante los estadios tempranos del crecimiento de las malezas, previene la germinación de muchas semillas de éstas y tiene un efecto inhibitorio en su establecimiento, crecimiento y desarrollo. Las poblaciones de malezas disminuyen, pero también ocurre un cambio en la población

de especies de malezas, o sea de gramíneas a especies de hoja ancha siempre que la profundidad del agua aumente.

Láminas de aguas superficiales de cortos períodos de duración resultan en efectos pobres de control de malezas y bajos rendimientos de grano. El nivel del agua deberá ser lo suficientemente profundo como para provocar la inmersión de las malezas, pero no de las plantas de arroz. Pocas malezas suelen germinar cuando la profundidad del agua es superior a 10 cm.

Un control pobre del agua contribuye a elevar las poblaciones de malezas, reduce la eficacia de su control y de todos los métodos en práctica y eleva el tiempo a consumir en operaciones de desyerbe. Con un manejo mejor del agua, hay también un número mayor de opciones de otras prácticas adecuadas de control de malezas. El esfuerzo deberá estar encaminado a mantener el campo inundado continuamente, al menos durante los primeros 30 días después de la plantación, para así reducir el número de malezas y también elevar las posibilidades de éxito de otras prácticas de control.

Período de desyerbe

Si el desyerbe es realizado tardíamente aumenta el peso de las malezas, se eleva el tiempo requerido para el desyerbe y los rendimientos del cultivo suelen decrecer. El desyerbe tardío resulta en una disminución apreciable del rendimiento del cultivo y la eficiencia de otras actividades, tales como la fertilización, la irrigación y otras propias del manejo del cultivo se reducen enormemente. Las malezas deben ser eliminadas durante el período, en el cual el cultivo es más sensible a la competencia y la presencia de las malezas esté sobre una densidad tal que causará reducción importante de los rendimientos.

El tiempo preciso y la duración de este período depende de muchos factores, tales como la flora de malezas, las características de crecimiento del arroz y las malezas, prácticas culturales y factores ambientales (Moody 1977). Es, por consiguiente, difícil decir cuando después de la siembra del cultivo se deberá desyerbar y el número de veces a realizar esta operación en el período de mayor competencia. Sin embargo, es sabido que durante el período de 2 a 6 semanas después del trasplante o la emergencia es que el rendimiento del arroz se afecta más debido a la competencia de las malezas.

Métodos de control manual de malezas

Los métodos de control manual de malezas son todavía ampliamente practicados, pero son laboriosos y caros en su costo. Un desyerbe en arroz trasplantado realizado en el momento apropiado requiere cerca de 25 hombres/días/ha. Cuando el arroz se trasplanta en filas o hileras, un cultivador rotatorio puede ser usado y la fuerza laboral requerida para el desyerbe de una ha podrá ser reducida a sólo 10 días (RNAS 1983).

El control químico de malezas

En muchos casos, los herbicidas ofrecen el medio más práctico, efectivo y económico para reducir la competencia de las malezas, las pérdidas de rendimientos y los costos de producción. La adopción del uso de los herbicidas dependerá de su costo relativo al costo de la fuerza laboral, el precio del arroz y de varias limitantes socio-económicas e institucionales (Denning *et al.* 1983). En áreas, donde la fuerza laboral es escasa y la producción de arroz es más alta que los niveles de subsistencia, los herbicidas resultan ser sustitutos viables de la fuerza laboral.

El uso de los herbicidas es a veces más económico que el desyerbe manual. El nivel de costo-beneficio alcanza hasta más de 15:1 cuando se utilizan herbicidas en arroz de trasplante (Estorninos y Moody 1983) y en siembra directa- húmeda (Heinrichs *et al* 1987) en Filipinas, comparado con 4:1 para el de trasplante y <1.0 para el de siembra directa-húmeda con prácticas de desyerbe manual.

De acuerdo a Ruthenberg (1977), para que una nueva práctica de control sea adoptada por el agricultor el nivel de costo- beneficio marginal deberá ser, al menos, de 2:1.

Los herbicidas de mayor uso para el control de malezas aparecen en la Tabla 1. Los herbicidas de mayor uso en arroz trasplantado son bensulfuron-metil, pyrazosulfuron-etil, bentazon, butachlor, pretilachlor, 2,4-D, MCPA, piperophos + 2,4 D, propanil, thiobencarb, quinclorac y fenoxaprop-etil. En arroz sembrado directo en seco en tierras bajas se ha logrado un efectivo control de malezas con propanil, thiobencarb, butachlor, oxadiazon y pendimetalin.

En arroz de secano, los herbicidas pre-emergentes más efectivos en el control de las malezas son thiobencarb, pendimetalin, butachlor, oxadiazon y piperophos + dimetametrina, mientras que los post-emergentes con mayor efecto sobre especies gramíneas son propanil y fenoxaprop-etil. El 2,4 D es ampliamente utilizado en post-emergencia para el control de malezas de hoja ancha y ciperáceas.

Antes de utilizar cualquier herbicida, es importante leer la etiqueta para informarse sobre las dosis y momento de aplicación, tipo de cultivo de arroz, espectro de control sobre las malezas y precauciones. A la hora de la aplicación, cuidado debe observarse a fin de evitar el gasto excesivo de herbicidas, prevenir daños al personal que realiza la aplicación y evitar cualquier problema de contaminación en el lugar.

Una mezcla de dos o más herbicidas puede combinar las ventajas de cada compuesto por separado y reducir sus desventajas. El resultado más lógico de la mezcla es un mejor efecto de control sobre las malezas presentes, así como una mejor tolerancia del cultivo a los herbicidas en uso, con menos posibilidades de residuos en el suelo. Debido a los efectos sinérgicos derivados de la mezcla, la aplicación de ésta puede resultar en el uso de cantidades disminuidas de los compuestos en uso, muy inferiores a las dosis de cada compuesto cuando se utiliza por separado.

Los herbicidas no deberán ser considerados como sustitutos de otras prácticas de control de malezas, sino que su aplicación deberá ser combinada con las medidas de control existentes. Por ejemplo, en arroz de secano sembrado en seco, los herbicidas no persisten por tanto tiempo como para dar un efecto prolongado de control de malezas. De no utilizarse medidas adicionales de control de malezas (desyerbe manual o mecánico), se podrán registrar reducciones sustanciales de los rendimientos del cultivo.

Otro concepto importante es el de Umbral de Ganancia (UG), el cual es el costo de una medida de control en términos de rendimiento del cultivo (Stone y Pedigo 1972). Si un agricultor gasta \$40/ha (c) para eliminar las malezas con herbicidas y el precio del arroz es \$0.40/kg (v), el Umbral de Ganancia ($UG = c/v$) es 100 kg/ha, el cual es el costo del tratamiento. Si los rendimientos del cultivo son 4 t/h, el costo del herbicida es igual al 2.5% del valor del mismo.

Tabla 1. Herbicidas adecuados para su uso en arroz.

Herbicida ^a	Dosis kg l.a./ha	Momento de aplicación ^b	Sistema de cultivo ^c
Bensulfuron	0.05-0.07	Pre/Post	AT, ASH
Bensulfuron + metsulfuron (F)	0.0165 + 0.0035	Post	ASH
Bentazon	0.75-2.0	Post	ASS, AT, AS, ASH
Bentazon + MCPA (F)	0.8 + 0.12	Post	AS
Bentazon + propanil (F)	1-1.3 + 2-2.7	Post	AT, ASH
Butachlor	2-3 0.75-1.0 2.0 0.75-1.0	Pre Pre Pre Presiembra/Pre	ASS AT AS ASH
Butachlor + protector (F)	0.75	Pre	ASH
2,4-D	0.5-0.8	Pre/Post Post	AT ASH
Fenoxáprop	0.04-0.18	Post	ASS, ASH
MCPA	0.5-0.8	Post	ASS, AT, AS, ASH
Molinate	2.5-4.3	Presiemb./Post	ASS, ASH
Molinate + propanil (F)	2-2.3 + 2-2.3	Post	ASS, ASH
Oxadiazon	0.75-1.5 0.375-0.5 0.5-1.0	Pre Pre Pre	ASS AT AS
Oxadiazon + propanil (F)	0.5 + 1.5	Post	ASS, AS
Oxyfluorfen	0.24 0.48-0.72	Pre Pre/Post	ASS, ASH AS
Pendimetalin	1.3-1.8 1-1.5 1-1.5	Pre Pre Pre	ASS AT AS

Tabla 1. Herbicidas adecuados para su uso en arroz (continuación)

Herbicida ^a	Dosis kg i.a./ha	Tiempo de aplicación ^b	Sistema de cultivo ^c
Pendimetalin + propanil (F)	2.6 + 1.07	Post temprano	ASS, ASH
Piperophos + 2,4-D (F)	0.33-0.5 + 0.17-0.25	Pre	AT
Pretilachlor	0.45-0.50	Pre	AT
Pretilachlor + protector (F)	0.3-0.45	Pre	ASH
Propanil	2-3.6 3-6	Post Post	AT, ASH ASS, AS
Pyrazosulfuron	0.015-0.030	Pre/Post	AT, ASH
Quinclorac	0.25-0.50	Post	ASS, AT, ASH
Sethoxydim	0.2	Post	ASS, ASH
Thiobencarb	3-4 0.9-1.5 0.9	Pre Pre Presiembra/Pre	ASS AT ASH
Thiobencarb + 2,4-D (F)	0.6-1.0 + 0.2-0.3	Pre	AT
Thiobencarb + propanil (F)	0.5 - 1.0 + 1.4 - 2.8	Post temprano	ASS, AT, ASH

^a(F) = mezcla del fabricante.

^bPre/Post = pre-emergente o post-emergente temprano.

^cASS = arroz sembrado en seco (sembrado en seco en suelo seco, donde el agua se acumula), AT = arroz de trasplante, AS = arroz de secano (sembrado seco en suelos con drenaje libre), ASH = arroz sembrado húmedo (semillas pre-germinada sobre suelo fangoso).

CONCLUSIONES

Los métodos culturales seguirán siendo parte integral de los programas de control de malezas, los que no tan sólo ayudan a reducir el crecimiento de éstas, sino que son igualmente beneficiosos para mejorar el establecimiento de las plántulas de arroz y su crecimiento. Un cultivo vigoroso de arroz inhibirá muchas malezas y minimizará la necesidad de su control.

La flora de malezas y su grado de infestación son regidos por varios factores, tales como el método de preparación del terreno y la profundidad del agua de riego en el campo. Con una buena preparación del terreno y un buen manejo del agua se reducirá hasta un mínimo absoluto o no será necesario del todo una operación adicional de control de malezas en arroz de trasplante.

Hasta la llegada de los herbicidas, las prácticas culturales y el control manual de malezas fueron los métodos virtualmente únicos de eliminación de plantas indeseables. Estos métodos son aún válidos e importantes, pero requieren ser integrados con el uso racional de herbicidas a fin de mejorar el control de las malezas, la mas importante limitante de la producción agrícola en muchos países.

Agradecimientos. Se expresa gratitud al Dr A. Fischer, CIAT, Cali, Colombia; al Sr Ho Nai Kin, de la Autoridad de Desarrollo Agrícola de Muda, Telok Chengai, Alor Setar, Kedah, Malasia; al Dr Duong Van Chin, del Instituto de Investigaciones de Arroz del Delta Cuu Long (CLRRI), Omon, Hau Giang, Vietnam; al Dr D. Johnson, WARDA, Costa de Marfil; y a numerosas compañías químicas en Filipinas al proporcionar la información para la inclusión de la tabla de herbicidas.

REFERENCIAS

- Denning G.L., S.K. Jayasuriya y B.A. Huey 1983. Constraints to the adoption of new weed control technology in rice. En *"Weed Control in Rice"*, International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Filipinas, pp 345-361.
- Estorninos L.E. Jr. y K. Moody 1983. The effect of plant spacing on weed control in transplanted rice (*Oryza sativa*). *Philippine Journal of Weed Science* 10:77-89.
- Guyer R. y M. Quadranti 1985. Effect of seed rate and nitrogen level on the yield of direct wet-seeded rice. *Proceedings 10th Asian-Pacific Weed Science Society Conference*, Chiangmai, Tailandia, pp 304-311.
- Heinrichs E.A., F.V. Palis, K. Moody y G.B. Aquino 1987. The effects of timing of butachlor application on the economics of direct-seeded rice production. *Journal of Plant Protection in the Tropics* 4:95-100.
- Kim S.C. y K. Moody 1980. Reduced plant spacing for weed suppression in transplanted rice. *Proceedings 1980 British Crop Protection Conference - Weeds*, Brighton, Inglaterra, pp 383-388.
- Moody K. 1977. Weed control in rice. Lecture note No. 30 5th BIOTROP Weed Science Training Course, 1977, Kuala Lumpur, Malasia, pp 374-424.
- Moody K., L.E. Estorninos Jr., D.C. Navarez y L.L. Roa 1983. Effect of weed control practices applied to transplanted rice (*Oryza sativa*) on succeeding crops. *Philippine Journal of Weed Science* 10:65-76.
- Rao A.N. y K. Moody 1988. Weed control in rice seedling nurseries. *Crop Protection* 7:202-206.
- Regional Network of Agricultural Machinery (RNAM) 1983. Testing, evaluation and modification of weeders. Economic and Social Commission for Asia and Pacific Technology, Series 11, University of the Philippines at Los Baños College, Laguna, Filipinas.
- Ruthenberg H. 1977. The adoption of agricultural production services to changing circumstances: Some considerations based on the experience with projects in tropical Asia. *Agriculture Administration* 4:131-148.
- Stone J.D. y L.P. Pedigo 1972. Development and economic injury level of the green cloverworm on soybean in Iowa. *Journal Economic Entomology* 65:197-201.

MANEJO DE MALEZAS EN TRIGO Y CEBADA

R.L. Zimdahl

INTRODUCCION

Las estrategias preventivas, primera fase del manejo de malezas, no son complejas y constituyen la base de las buenas prácticas agronómicas. El primer paso de prevención es idéntico para todos los cultivos de granos pequeños, o sea semillas de la planta cultivable libre de malezas. El uso de las combinadas y la maquinaria de labranza itinerante son fuentes de semillas de malezas y deben limpiarse antes de abandonar cada campo o finca. Las malezas se deben controlar en las orillas o bordes de campos y carreteras, ya que son fuentes de nuevas infestaciones en los campos. Los camiones y carretas usados para transportar granos se deben cubrir para evitar la diseminación por el viento de las semillas de malezas a partir de grano sin limpiar.

CONTROL DE MALEZAS

Métodos de control

Las malezas se pueden manejar a través de métodos culturales, cuyos resultados varían entre regiones y años. Los métodos de rotación, selección de variedades, fecha de plantación, momento y tipo de labranza, etc., son practicados por todos los agricultores, cuyos efectos no han sido cuantificados. Por ejemplo, existen pocos datos cuantitativos sobre la competitividad relativa de malezas y cultivos específicos. Estos datos ayudarían a establecer el valor de la selección del cultivo y la variedad, así como la rotación en el manejo de malezas (Donald y Nalewaja 1990).

Por muchas razones los agricultores desean sembrar temprano, ya que la fecha de siembra afecta el manejo de las malezas. Mientras más temprano se siembre un cultivo, menos tiempo habrá disponible para cualquier tipo de desyerbe antes de la siembra y mayores oportunidades para que las malezas germinen y crezcan a la par del cultivo. El retraso de la siembra invernal de trigo hasta que las malezas emergidas se puedan destruir mediante una labranza ligera, es una técnica no costosa de manejo de malezas. Por otra parte, una población de cultivo de brotación rápida, vigorosa y densa es una técnica importante de manejo de malezas. Por ejemplo, la siembra temprana de trigo primaveral puede permitir el desarrollo del cultivo antes de que germine el rabo de zorra (*Setaria* spp.).

El trigo normalmente se siembra en surcos a 17.5 cm con lluvia o irrigación adecuada y en surcos de alrededor de 35 cm en condiciones de seco. Estas distancias son prácticas agronómicas aceptadas y no son fáciles de cambiar por razones de manejo de malezas. En Canadá, al aumentar la densidad de siembra del trigo desde 63 hasta 135 kg/ha, el número de plantas de avena loca disminuyó en un 35% (Friesen 1973). La siembra de 100 o 134 kg/ha de trigo redujo la competencia de la avena loca y de la mostaza silvestre (*Brassica kaber* (DC.) L.C. Wheeler) comparado con 60 kg/ha de norma de siembra (Grafstrom 1982). En Dakota del Norte, el aumento de la densidad de siembra del trigo desde 50 hasta 150 kg/ha redujo el rendimiento de semillas de la maleza *Polygonum convolvulus* L. a densidades de 54 hasta 215 plantas/m² (Miller y Nalewaja 1983). La siembra demorada, independientemente de la densidad, permite que las malezas germinen y sean controladas mediante la labranza de pre-siembra, pero el rendimiento generalmente es inferior (Holm y Kirkland 1986). La siembra demorada de trigo primaveral también aumenta el riesgo de daños por heladas de otoño y de un clima pobre durante la cosecha (Hunter et al. 1990). Aunque la manipulación de la densidad y el momento de siembra son técnicas probadas de manejo de malezas (Holm y Kirkland

1986), ninguna de ambas podrían ser económicamente recomendables en algunos sistemas de cultivo.

La manipulación de la distancia entre surcos del trigo puede ser un método factible de manejo de malezas en algunos sistemas de cultivo, ya que la disminución de la distancia eleva su habilidad competitiva (Nalewaja 1981). En Canadá, la producción de semillas de avena loca se redujo más cuando el trigo primaveral se sembró a 15 cm en comparación con 30 o 60 cm de distancia entre surcos (Sharma *et al.* 1983). La producción de semillas de la avena loca sin competencia fue de 85 g/m², pero cuando competía con trigo sembrado a 15 cm entre surcos fue solamente de 7 g/m².

La quema se ha usado para controlar infestaciones de malezas gramíneas anuales de invierno. Esta práctica seca el suelo y así mejora la efectividad de la labranza, pero el suelo desnudo eleva el riesgo de erosión.

Una correcta preparación del terreno de siembra, la selección de variedades, la semilla limpia y la atención cuidadosa en pro de una fertilidad óptima para producir una rápida brotación de plantas vigorosas, contribuyen al manejo de las malezas. Muchos agricultores conservan semillas de granos pequeños de año en año para ahorrar dinero. Con poca o ninguna limpieza, las semillas de malezas permanecen como contaminantes, que después serán diseminados a través de la siembra.

Los datos en la Tabla 1 muestran que en la medida que la densidad del raigras o balico italiano del centeno (*Lolium multiflorum* Lam.) se incrementa, el rendimiento del trigo se reduce y las variedades semi-enanas tuvieron menos producción que las variedades de porte alto, a la misma densidad de la maleza (Appleby *et al.* 1976). Estos datos también destacan la importancia de la selección de la variedad, el follaje y la competitividad del cultivo.

Tabla 1. Rendimiento de cuatro variedades de trigo con tres densidades de *Lolium multiflorum* (Appleby *et al.* 1976).

Altura de la variedad	Densidad del raigras (plantas/m ²)	Rendimiento de trigo (kg/ha)
Alta	0	2752
	33	2240
	83	1984
Alta	0	3488
	33	2600
	90	2408
Semi-enana	0	2704
	33	1968
	80	1696
Semi-enana	0	3080
	37	2280
	83	1880

Las variedades semi-enanas tienen un follaje más abierto, lo que permite que una mayor luminosidad llegue a las malezas y que *L. multiflorum* sea más competitivo. Así, la altura de la planta está correlacionada con la competitividad del trigo (Ammon 1979; Appleby *et al.* 1976). Las variedades de tallos más pequeños son menos competitivas que las de tallos más altos (Wall 1983), mientras que aquellas productoras de más tallos son más

competitivas (Challaiah et al. 1983). No obstante, existe una correlación negativa entre la altura y el rendimiento en un grupo de variedades de trigo (Fischer y Wall 1976). Los agricultores no escogen las variedades por el manejo de las malezas, pero su efecto no se debe ignorar.

La rotación de cultivos rompe el ciclo de vida de las malezas y permite el uso de técnicas de manejo adaptadas a diferentes cultivos. La rotación con otro cultivo es un medio efectivo de manejar las gramíneas anuales de invierno en trigo invernal o gramíneas anuales de verano en trigo primaveral (Ali y Johnson 1981). La rotación de cultivos es una buena práctica de manejo de malezas, ya que cada cultivo tiene su propio grupo de prácticas culturales, que crea nichos para ciertas malezas. La rotación cambia los nichos disponibles y afecta a las malezas. Aunque no hay datos al efecto, es ampliamente aceptado que las leguminosas en rotación incrementan el rendimiento del trigo (Donald y Nalewaja 1990).

Métodos mecánicos

Cuando se están preparando terrenos para granos, existe una amplia opción de técnicas. Tradicionalmente el suelo se araba, pero eso ya no es tan común y la labranza puede ser dañina. El trigo duro rojo primaveral rindió menos después de la arada de otoño que después de la labranza de primavera, en Dakota del Norte (Donald y Nalewaja 1990). La secuencia y tipo de labranza de pre-siembra está influido por el tipo y condición del suelo, estado del tiempo prevaleciente, aperos de labranza disponibles y preferencia del agricultor. La labranza de pre-siembra consiste de la arada a 20-40 cm de profundidad, uso del disco hasta 15 cm de profundidad, la labranza superficial a 2-5 cm de profundidad o la no labranza y siembra directa. Cada una de estas operaciones y sus momentos de ejecución afectan la presencia y abundancia de las malezas. La labranza de pre-siembra es el método de control mecánico de malezas más ampliamente practicado y la base del control cultural (Hunter et al. 1990). En climas templados, la labranza de primavera temprana estimula la germinación de las semillas y las plántulas se pueden controlar mediante labores posteriores. La labranza poco profunda de otoño se recomienda para promover la germinación de las semillas y controlar las malezas anuales de invierno (Hunter et al. 1990), sobre todo cuando abunda la humedad del suelo (Geiszler 1957).

La no-labranza y la labranza poco profunda sin inversión del suelo elevan la incidencia de malezas perennes y reducen las anuales (especialmente las especies de hoja ancha). *Stellaria media* (L.) Vill.) es una excepción de esta regla. Los métodos de no-labranza incrementan la incidencia de malezas gramíneas anuales, como avena silvestre (*Avena* spp.), *Bromus* spp., *Poa annua* L., *Secale cereale* L. y *Aegilops cylindrica* Host. La arada y el pase de disco son apropiados para prevenir la propagación de malezas perennes, pero ninguno de estas operaciones controla efectivamente al *Cirsium arvense* (L.) Scop.. La arada es un 10-20% más efectiva que el pase de disco o labranza poco profunda, pero su práctica trae raíces y rizomas previamente enterrados a la superficie del suelo, donde de nuevo crecerán. Después de la arada o sin ésta, la labranza temprana del terreno para la siembra del trigo estimula la germinación de semillas de malezas anuales y las plántulas entonces pueden ser controladas mediante labores posteriores.

La labranza de rastrojos, en campos donde se ha cosechado grano, puede ayudar a combatir malezas gramíneas perennes portadoras de rizomas, como *Elytrigia repens* (L.) Nevski, así como evita que algunas malezas anuales produzcan semillas. Si esta labranza se realiza en un momento erróneo o las malezas sobreviven a la labranza, la situación puede empeorar. Por ejemplo, la labranza de rastrojos inmediatamente después de la cosecha podría enterrar semillas de avena loca para así prevenir pérdidas por causas

naturales (p.ej., por tiempo frío). Las plántulas de malezas anuales de invierno, como *Bromus tectorum* L., sobreviven fácilmente la labranza poco profunda, sin inversión y con incorporación parcial.

El barbecho o el barbecho combinado con la labranza es una técnica efectiva de manejo de malezas. Las plántulas se pueden eliminar con labranza, pero ésta solo controla algunas semillas germinadas y plántulas brotadas.

Métodos biológicos

Existen pocas técnicas disponibles de control biológico de malezas para su uso en cereales. El uso de la enfermedad endémica antracnosis para controlar *Aeschynomene virginica* (L.) H.S.B. en el arroz es un ejemplo. La investigación sobre técnicas biológicas para el control de la maleza *Cirsium arvense* con el uso *Sclerotinia sclerotiorum* en cereales está progresando (Strobel 1991). Una raza de *Colletotrichum gloesporioides* puede ser pronto comercializada para el control de *Malva rotundifolia* L. en cereales en los EE.UU. y Canadá. Estos agentes deberán ser integrados con las técnicas de control actualmente en uso.

Métodos químicos

Los herbicidas generalmente son seguros, eficientes y rentables, pero solos no resuelven todos los problemas de malezas; estos deben ser parte de un programa de manejo total de malezas. Para una máxima efectividad, los herbicidas se deben aplicar cuando las malezas son jóvenes y susceptibles, y antes que reduzcan los rendimientos.

La información sobre una correcta aplicación es esencial y se tienen que cumplir las instrucciones de las etiquetas. La mezcla de herbicidas que poseen diferente modo de acción puede ampliar el espectro de control de malezas y reducir las dosis de uno o de ambos componentes en la mezcla.

Para muchos problemas de malezas en trigo existen opciones de herbicidas que brindan un buen control y seguridad para el cultivo si se aplican correctamente, en el momento y a la dosis adecuada. La mayoría de los herbicidas de post-emergencia, absorbidos por el follaje, requieren de malezas en activo crecimiento para un máximo de efectividad. El crecimiento de las malezas se reduce por las temperaturas frías y por la sequía. Los herbicidas activos en el suelo se afectan menos por la temperatura, pero su actividad se reduce sobre suelo seco. El control exitoso de las malezas con herbicidas requiere de la aplicación cuando las plantas son jóvenes.

Los agricultores deben conocer la maleza objeto de control, antes de seleccionar un herbicida para su ulterior aplicación uniforme con una asperjadora correctamente calibrada. La tabla 2 resume las cualidades de varios herbicidas que pueden usarse en cereales. Esta tabla es solo orientativa, por lo que se deben consultar y cumplir las recomendaciones específicas de las etiquetas y las exigencias locales de uso. La sección siguiente es una breve discusión sobre algunos de los herbicidas más recomendados para su uso en cereales o granos pequeños.

Metsulfuron es más efectivo cuando se absorbe a través del follaje, pero también se absorbe a través de las raíces. Se puede aplicar después del estadio de dos hojas y antes de la formación de nudos de la planta. Siempre se requiere añadir un tensoactivo a la solución final de aspersión. Restricciones sobre cultivos en rotación pueden tener lugar debido a que el herbicida es persistente en el suelo. Su degradación en el suelo se hace más lenta en la medida que se eleva su pH y no debe usarse en aquéllos con pH

superior a 8.

Chlorsulfuron controla muchas malezas anuales de hoja ancha y elimina algunas gramíneas. Tiene actividad foliar, pero es más efectivo de ser absorbido por las raíces. Se puede aplicar después del estadio de 2 hojas y antes de la emisión de la vaina foliar del trigo. Para su aplicación se añade un agente tensoactivo. Restricciones sobre rotación de cultivos pueden existir, ya que persiste en el suelo. No debe usarse si el pH del suelo es superior a 8. Varios problemas de resistencia de malezas al chlorsulfuron han tenido lugar, por lo que su uso se ha restringido.

Herbicidas usados en cultivos de grano pequeño.

Herbicida	Dosis rango/ha	Momento de aplicación y comentarios
Chlorsulfuron	2-23 g	Desde 2-hojas hasta vaina foliar.
Metsulfuron-metil	7g	Desde estadio de 2-hojas hasta justo antes del de vaina floral. En trigo durum desde el estadio de 4-hojas hasta el de vaina foliar.
Thifensulfuron	35-42 g	Trigo de invierno después del estadio de 2-hojas y antes de que sea detectable el tercer nudo. Trigo de primavera desde estadio de 2-hojas, pero antes de que el primer nudo sea visible.
Tribenuron	12-23 g	Desde estadio de 2-hojas, pero no después de que sea visible la primera hoja bandera.
Bromoxynil	0.25-0.5 kg	Aplique post-em. hasta justo antes de vaina foliar.
Clopyralid	0.07-0.25 kg	Control post-emergente de hojas anchas e inhibición del <i>Cirsium arvense</i> .
Dicamba	0.1-0.15 kg	Trigo de invierno después que se rompe la latencia en primavera y antes que el trigo comience a formar nudos. Se usa mejor en mezclas con otros herbicidas de hoja ancha.
2,4-D	0.5-0.85 kg	Aplique a plántulas de malezas después que ha comenzado de lleno el ahijamiento (alrededor de 5 hojas) y antes del estadio de vaina foliar. A menudo daña el trigo de invierno.
MCPA	0.25-0.5 kg	Aplique a plántulas de malezas después que ha comenzado de lleno el ahijamiento (alrededor de 5 hojas) y antes del estadio de vaina foliar.
Diclofop-metil	0.85-1.4 kg	Control post-emergente de avena silvestre y de algunas gramíneas anuales en el estadio de 1-3 hojas.
Difenzoquat	0.7-1.1 kg	Control post-emergente de avena silvestre en trigo sembrado en otoño y cebada de primavera.
Fenoxaprop-etil	0.12-0.18 kg	Control post-emergente de avena silvestre y de otras gramíneas varias en trigo.
Imazamethabenz-metil	0.2-0.5 kg	Control post-emergente de avena silvestre y de muchas Brassicaceae.
Isoproturon	1.5-2.5 kg	Control pre-emergente de avena silvestre y control pre y post-emergente temprano de varias malezas anuales gramíneas y de hoja ancha en trigo y cebada.
Triallate	1.4 kg	Control pre y post-siembra de avena silvestre.

Thifensulfuron usualmente se comercializa en mezcla con tribenuron bajo el nombre de 'Harmony Extra' y tiene actividad pos-emergente sobre muchas malezas de hoja ancha y sobre ajo silvestre (*Allium vineale* L.). Se puede aplicar después que el trigo tiene dos hojas, pero antes de la emisión del tercer nudo. Las malezas de hoja ancha deben tener menos de 10 cm de altura y las de ajo silvestre menos de 20 cm. Tiene poca o ninguna actividad en el suelo y no tiene restricciones de rotación de cultivos dos meses después de su aplicación.

Bromoxynil controla malezas anuales de hoja ancha y es completamente selectivo en las gramíneas. Tiene acción de contacto y se puede aplicar desde el estadio de dos hojas hasta inicios del estadio de vaina foliar, pero es más efectivo cuando se aplica antes del ahijamiento mientras que las malezas sean pequeñas. Es importante una buena cobertura de la aplicación. El tratamiento tardío reduce la cobertura indicada sobre el follaje de las malezas. El uso de este herbicida está restringido por razones toxicológicas en algunos países.

Dicamba es un herbicida post-emergente para el control de muchas malezas de hoja ancha difíciles de controlar con 2,4-D. En trigo de invierno, dicamba se puede aplicar después del ahijamiento hasta el inicio de la formación de nudos. En trigo de primavera, la aplicación se debe hacer antes del estadio de cinco hojas.

2,4-D se absorbe foliar y radicalmente, es uno de los herbicidas convencionales para el control de malezas de hoja ancha en cereales o granos pequeños. Su efecto es mejor cuando las plantas no están sometidas a condiciones adversas de crecimiento. Las formulaciones de ésteres penetran fácilmente en el follaje de la planta, especialmente bajo condiciones frías y secas. Las formulaciones aminas son solubles en agua y no penetran el follaje tan bien, pero tienen menor potencial de efectos de vapores y daños a cultivos susceptibles adyacentes.

2,4-D se aplica después del ahijamiento y antes de la formación de nudos. Los granos pequeños pueden dañarse con 2,4-D, MCPA o dicamba si la aplicación se realiza demasiado temprano o demasiado tarde. 2,4-D y MCPA se pueden usar al comienzo de la maduración del grano para facilitar la cosecha, sin riesgo de daños, pero el beneficio del control de malezas es mínimo. La tolerancia al MCPA es similar a 2,4-D y el espectro de control de malezas es similar, pero no idéntico.

Clopyralid usualmente se aplica con 2,4-D o MCPA, como herbicida post-emergente para ampliar el control de especies de hoja ancha y para eliminar *Cirsium arvense*.

Diclofop, difenzoquat, triallate e imazamethabenz-metil tienen cada uno sus características singulares. Triallate es efectivo contra avenas locas y elimina gramíneas anuales como *Bromus* spp. Se puede usar en pre-siembra o en pre-emergencia y se absorbe solamente a través del brote del nudo del coleóptilo y no a través de las raíces de la avena loca. Debe incorporarse al suelo para evitar las pérdidas por volatilidad y para ubicarlo en la zona del suelo apropiada para su absorción por la avena loca. El trigo se debe sembrar por debajo del área de incorporación del herbicida.

Diclofop brinda control pos-emergente de avena loca y de algunas otras gramíneas anuales cuando se aplica en el estadio de 1 a 3 hojas de las malezas. Difenzoquat se aplica en pos-emergencia para el control de avena loca en estadio de 1-3 hojas en trigo de primavera y de invierno. Sus dosis se elevan hasta 1.1 kg i.a./ha con el incremento de las densidades de la avena loca.

Imazamethabenz es también un post-emergente para control de avena loca y de varias crucíferas. La avena loca debe estar en el estadio de 1 a 4 hojas. El trigo tolera bien el herbicida hasta el estadio de formación de nudos.

REFERENCIAS

- Ali M.B. y R.G. Johnson 1981. Economics of summer fallow-wheat systems in North Dakota. *North Dakota Agricultural Experiment Station Bulletin* 511. 36 pp.
- Ammon H.V. 1979. Light conditions in stands of various crop plants and varieties in the course of the vegetative period and their effect on some weeds. En: *Proceedings European Weed Research Society Symposium - The influence of different factors on the development and control of weeds*, Mainz. pp 257-264.
- Appleby A.P., P.D. Olsen y D.R. Colbert 1976. Winter wheat yield reduction from interference by Italian ryegrass. *Agronomy Journal* 68:463-466.
- Challaiah R.E.R., G.A. Wicks, O.C. Burnside y V.A. Johnson 1983. Evaluation of the weed competitive ability of winter wheat cultivars. *Proceedings of the North Central Weed Control Conference* 38:85-91.
- Donald W.W. y J.D. Nalewaja 1990. Northern great plains. En: W.W. Donald (Ed.) Systems of weed control in wheat in North America. *Weed Science Society of America*. Monografía No. 6. Champaign, IL, pp 90-126.
- Fischer R.A. y P.C. Wall 1976. Wheat breeding in Mexico and yield increases. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 42:139-148.
- Friesen H.A. 1973. Identifying wild oat yield losses and assessing cultural control methods. En: *Let's clean up on wild oats seminar*. Agriculture Canada and United Grain Growers Ltd. Saskatoon, pp 20-25.
- Geiszler G.N. 1957. Crop yields are affected by tillage practices. *North Dakota Agricultural Experiment Station Bimonthly Bulletin* 14:3-8.
- Grafstrom L.D. 1982. Small grain response to propanil. Tesis de M. Sc., *North Dakota State University*, Fargo.
- Hunter J.H., I.N. Morrison y D.R.S. Rourke 1990. The Canadian prairie provinces. pp 51-89. En: W.W. Donald (Ed.) Systems of weed control in wheat in North America. *Weed Science Society of America*. Monografía No. 6. Champaign, IL.
- Holm F.A. y K.J. Kirkland 1986. Annual broadleaved weed control in wheat. En: A.E. Slinkard and D.B. Fowler (Eds.). Wheat production in Canada - A review. *University of Saskatchewan*, pp 375-390.
- Miller S.D. y J.D. Nalewaja 1983. Fall pre-plant trifluralin (Treflan) application in wheat. *North Dakota Farm Research* 41:31-34.
- Nalewaja J.D. 1981. Integrated pest management for weed control in wheat. En: D. Pimentel (Ed.). *CRC Handbook of plant management in Agriculture, Vol. III*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, pp 343-354.
- Sharma M.P., D.K. McBeath y W.H. Vanden Born 1983. Effect of fall and spring tillage on wild oat germination. *Canadian Journal of Plant Science* 63:561-562.
- Strobel G.A. 1991. Biological control of weeds. *Scientific American*. Julio 72-28.
- Wall P.C. 1983. The role of plant breeding in weed management in the advancing countries. En: *Improving Weed Management UN/FAO Plant production and protection paper* 44:40-49.

MANEJO DE MALEZAS EN CEREALES TROPICALES: MAIZ, SORGO Y MIJO

K. Ampong-Nyarko

INTRODUCCION

El maíz, el sorgo y el mijo, junto al arroz, son los cereales más importantes para el consumo humano en los trópicos. Los bajos rendimientos del sorgo y el mijo en los trópicos se deben a que se cultivan principalmente en condiciones de secano en regiones semi-áridas (Norman *et al.* 1984). Un mejor control de las malezas en la producción de cereales en los trópicos se necesita, el cual tiene que estar integrado dentro del sistema general de producción de la finca, con dependencia mínima de insumos (Shenk 1986).

MAIZ (*Zea mays* L)

Los rendimientos del maíz en países tropicales rara vez son iguales a los logrados en climas templados, lo cual se debe a varios factores, tales como altas temperaturas nocturnas, estado del tiempo frecuentemente nublado y consecuentemente condiciones de baja luminosidad, así como problemas de insectos, enfermedades y malezas (Pendleton 1979). El maíz usualmente se asocia con cultivos anuales, como ñame, malanga o taro, arbustos y árboles perennes.

Problemas de malezas

Las malezas, tanto anuales como perennes, son un problema mundial en el cultivo del maíz. La baja tasa de crecimiento de las plántulas de maíz y la amplia distancia entre surcos crea un ambiente ideal para el crecimiento de las malezas. El crecimiento descontrolado de las malezas puede provocar pérdidas de rendimiento del grano de maíz de hasta un 85% (Nieto 1970; Ampong-Nyarko 1984). En algunos casos el uso repetido de algunas triazinas ha estimulado el incremento de malezas gramíneas con similar fisiología y requerimientos para el desarrollo. Ejemplos de estas malezas gramíneas problemáticas son *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W. D. Clayton, *Brachiaria* spp., *Digitaria* spp., *Panicum* spp. y *Paspalum* spp.. La maleza parásita *Striga* es un problema grave en algunas áreas.

Período crítico de competencia de las malezas. El período crítico de competencia de las malezas en el maíz es desde 2 hasta 4-6 semanas después de la siembra (Nieto *et al.* 1968; Ampong-Nyarko 1984).

Control de malezas

Preparación del terreno. La preparación del terreno debe asegurar un terreno libre de malezas para la siembra. La labranza se debe realizar hasta una profundidad adecuada y puede ser necesaria cuando especies perennes, como *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel, sean un problema. Los rizomas deben ser extraídos mediante pases de rastra hacia la superficie del suelo para facilitar su desecación.

Método de siembra. La siembra en surcos, lo más temprano que permitan las lluvias, conducirá a un buen establecimiento del cultivo y a un mejor desarrollo del follaje, lo que contribuye a inhibir a las malezas. Las variedades mejoradas de alto rendimiento, resistentes o tolerantes a *Striga*, a barrenadores del tallo y a enfermedades habitualmente cierran temprano su follaje y son competitivas con las malezas.

Población de plantas. Altas densidades de plantas permiten la proyección de sombra

tempranamente, lo que reduce el crecimiento de las malezas. Densidades de plantas desde 40 000 hasta 60 000 plantas por ha son deseables. Como regla general, las variedades de maduración temprana, la siembra temprana, la fertilidad elevada y los suelos con una buena capacidad de absorción de agua permiten una mayor densidad de plantas (Pendleton 1979).

Fertilizante. Para obtener beneficios máximos de la fertilización se deben controlar las malezas efectivamente. El fertilizante se debe aplicar dirigido a la planta cultivable para evitar el estímulo del desarrollo de las malezas. La alta fertilidad permite al maíz competir con malezas como el *Cyperus rotundus*.

Desyerbe manual. Un desyerbe manual realizado a las 4 semanas después de la siembra, cuando la infestación de malezas no es muy alta, dará un control adecuado. En campos con una alta densidad de malezas pueden ser necesarios dos desyerbes manuales, a las 2-3 semanas y a las 6 semanas.

Herbicidas. Un grupo de herbicidas están disponibles para el control de malezas en maíz. Atrazina a 1 kg i.a./ha normalmente se mezcla con herbicidas graminicidas. Una mezcla de atrazina con pendimetalin es excelente para el control de malezas en el maíz. Pendimetalin es el mejor herbicida para el control de *R. cochinchinensis*. Otros herbicidas que se pueden usar en maíz son cyanazina, metolachlor, linuron, 2,4-D, EPTC y nicosulfuron (Tabla 1). Se ha sugerido que la aspersión de los herbicidas en bandas sobre el surco, combinado con las labores de cultivo entre surcos, es adecuada para una agricultura de bajos insumos.

Tabla 1. Herbicidas para el control de malezas en maíz

Herbicida	Dosis (kg i.a./ha)	Tratamiento
Acetolachlor	0.67-1.35	Pre
Alachlor	1.5	Pre
Atrazina	2-3	Pre
Chlortal-dimetil	6-10	Pre
Cyanazina	1-3	Pre
Dicamba	1-2	Pre
EPTC + protector	3-6	PPI
Nicosulfuron	0.04-0.40	Post
Pendimetalin	1.5-2.0	Pre
2,4-D	0.3-0.75	Post

Manejo Integrado de *Striga*

Striga spp. dañan mucho a maíz, sorgo y mijo cultivados por los agricultores pequeños de recursos limitados (Dogget 1984). Pérdidas de rendimiento de 70% son comunes bajo condiciones de infestación severa (Dogget 1975; Mboob 1986). En Africa las pérdidas son mayores en las zonas del Sahel y de Savanah. Los métodos de control de *Striga* son los siguientes:

Variedades resistentes. La resistencia es la principal medida de control para los agricultores pequeños, pero debe ser complementada con buenas prácticas culturales

(Dogget 1984). Se ha identificado la tolerancia a *Striga* de variedades autofecundadas e híbridos de maíz en el IITA (Instituto Internacional de Agricultura Tropical (Kim *et al.* 1991).

Fertilización. El fertilizante nitrogenado tiende a reducir la infestación de *Striga* mediante la reducción del exudado de estimulantes por el cultivo, así como retrasando el desarrollo de *Striga* y elevando la tolerancia (Parker 1984). El combate de *Striga* con estiércol de corral es valioso, pero resultará necesario la adición de algún fertilizante nitrogenado (Doggett 1984).

Desyerbe manual. La extracción manual de las plantas de *Striga* es beneficioso, ya que ayudará a evitar alrededor de un 20% de pérdidas de rendimiento que ocurren después de la emergencia de *Striga* sobre el suelo. Esta práctica también previene la floración de las parásitas. El arranque manual y la escarda con azada son las prácticas más comunmente usadas por los agricultores pequeños (Ampong-Nyarko 1989; Lagoke *et al.* 1991).

Rotación de cultivos. El uso de cultivos trampas que inducen la germinación de las semillas de *Striga* en rotación o como asocio con un cultivo susceptible se ha informado que reduce la infestación de *Striga* (Parkinson *et al.* 1986). Tales cultivos trampas incluyen algodón, bambara, cacahuete, caupí y soya.

SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

El sorgo, cultivado principalmente como cultivo de subsistencia, es un importante alimento en los trópicos. Un grupo de factores biológicos, del ambiente, de manejo y socio-económicos son responsables de los bajos rendimientos de este cultivo (Andrews *et al.* 1984).

Problemas de malezas

Las plántulas de sorgo son comparativamente pequeñas y débiles y no compiten favorablemente con las malezas. El cultivo puede estar creciendo en condiciones relativamente áridas e infértiles, donde la competencia por la humedad y los nutrientes puede ser crítica (Parker 1980). Las malezas no controladas pueden reducir el rendimiento de grano hasta un 40-80 % (Enyi 1973; ICRISAT 1976). La maleza clave que se presenta en sorgo, así como en maíz y mijo, es la parásita seemi-radical *Striga*, mientras que otras especies como *Sorghum halepense* (L.) Pers., *R. cochinchinensis* (Lour.) Clayton y *Cyperus rotundus* L. son importantes. *Cynodon dactylon* es un problema en el cultivo de sorgo sobre vertisols de la India (Alström 1990).

Período crítico de competencia. El período crítico de competencia de las malezas con el sorgo es durante los primeros 45 días desde la siembra.

Control de malezas

Preparación del suelo. La arada y los pases de rastra, cuando se realizan cuidadosamente, destruyen muchas plántulas de malezas en el suelo y son especialmente efectivos contra especies perennes con sistemas de rizomas o tubérculos, p.ej. *Imperata cylindrica*.

Momento de siembra. La siembra temprana, en un terreno libre de malezas, brinda a las débiles plántulas de sorgo una ventaja temprana de competencia. La siembra temprana también reduce el daño de la mosca del tallo de sorgo *Atherigona soccata*. La siembra

temprana, a inicios de la estación y la siembra en surcos, en lugar de voleo, son medidas que pueden ayudar al control de malezas (Alström 1990).

Población de plantas. Una población de sorgo bien establecida desarrollará rápidamente un follaje que inhibirá el desarrollo de las malezas, pero una alta población de plantas puede provocar un agotamiento temprano de la humedad disponible. El sorgo de grano cultivado a distancia estrecha entre surcos, de alrededor de 60 cm, fue poco afectado por la competencia con las malezas durante su ciclo completo (Smith *et al.* 1990). Las fallas de población del cultivo se deben evitar mediante un eficiente establecimiento de la densidad de plantas como forma efectiva de regular el crecimiento de las malezas (Alström 1990).

Fertilizante. El fertilizante estimulará el vigor del sorgo contra las malezas. La capacidad de respuesta del sorgo a la aplicación de nitrógeno es afectada por la humedad del suelo y muchos otros factores, como una alta población de plantas, lo que puede causar un temprano agotamiento de la humedad disponible en el suelo (Myers 1978).

Variedades. Son deseables variedades resistentes a *Striga*, enfermedades e insectos, con alta capacidad de ahijamiento, respuesta a la población, altura mediana e insensibilidad al fotoperíodo, pero también deben ser competitivas contra las malezas.

Desyerbe manual. El desyerbe manual temprano es necesario si se quieren evitar los problemas de diferenciar las malezas gramíneas de las plántulas de sorgo. Dos desyerbes manuales, el primero a las 2 semanas y el segundo a las 5 - 6 semanas después de la siembra brindará un control adecuado. Siempre que el cultivo esté sembrado en surcos, las labores de cultivo entre surcos mediante equipos y aperos de labranza con tracción animal facilitan un desyerbe más rápido sobre suelos apropiados (Parker 1980).

Herbicidas. El número de herbicidas disponibles para el control de malezas en sorgo no es amplio (Parker 1980). 2,4-D no es seguro en pre-emergencia, pero se recomienda a 0.25-1.0 kg i.a./ha en pos-emergencia como tratamiento total, cuando el cultivo tiene de 10-30 cm de altura, para el control de malezas anuales de hoja ancha. Metolachlor no es selectivo en sorgo, pero se puede usar en mezcla con sustancias protectoras como oxabetrinil. Otros herbicidas selectivos son propachlor, usado solo o en mezclas con propazina. Propazina más atrazina a 1.8-2.0 kg i.a./ha produjeron buen control de malezas en una producción de sorgo semi-mecanizada en la savana Nigeriana (Ogunbile y Lagoke 1989). Por otra parte, se ha informado que la aplicación de atrazina sola o en mezclas ha deprimido fuertemente al sorgo (Ramakrishna *et al.* 1991). Fluchloralin a 0.5-0.9 kg i.a./ha, aplicado en pre-emergencia, produjo buen control de malezas y los rendimientos del sorgo fueron similares a los de las parcelas desyerbadas (Abraham y Singh 1981).

Manejo integrado de *Striga*. *Striga* spp. causan mucho daño al sorgo cultivado por agricultores pequeños de recursos limitados (Dogget 1984). Los métodos de control de *Striga* en sorgo y mijo son similares a los del maíz. Vea la sección de Maíz arriba, así como el Capítulo 7 sobre Malezas Parásitas.

MIJO PERLA (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.)

El mijo perla junto al sorgo fueron los cereales predominantes en la mayor parte de Africa antes de la introducción y propagación generalizada de cultivo del maíz (Andrews *et al.* 1984). Este es un cereal importante de los sistemas de cultivo en condiciones límites de agricultura árida, en climas tropicales húmedos y secos (Norman *et al.* 1984). El mijo perla se cultiva en asociación con sorgo, cacahuete, caupí y *Cajanus cajan*. En

Africa Occidental el sistema es más complejo, ya que se cultivan mijos tempranos no fotoperiódicos conjuntamente con variedades fotoperiódicas, de maduración tardía.

Problemas de malezas

La cariopside del mijo perla es pequeña, responsable de muchos problemas para el establecimiento del cultivo en el campo, especialmente en suelos secos con formación de costras (Norman *et al.* 1984). El mijo perla generalmente se cultiva en bajas poblaciones en condiciones semi-áridas de secano, por lo que es muy susceptible a la competencia de las malezas. Se han informado pérdidas de rendimiento por la competencia de las malezas durante todo el ciclo del cultivo de 60-70 % (Uppal *et al.* 1969; ICRISAT 1978). Al igual que en sorgo y maíz, *Striga* es un problema principal de malezas en el mijo perla.

Período crítico de competencia de malezas. El período crítico de competencia de malezas en el mijo perla es durante los primeros 15 a 30 días.

Control de malezas

Preparación del terreno. La preparación del terreno debe aportar un ambiente libre de malezas para el establecimiento de las pequeñas semillas de mijo perla. La preparación del lecho de siembra debe propiciar que el mijo domine a las malezas. Los cultivos tempranamente establecidos se hacen más competitivos contra las malezas (Alström 1990).

Método de siembra. Como las semillas de mijo son pequeñas, éstas se deben sembrar a menor profundidad que otros cultivos, como maíz. Un buen método de control de malezas es sembrar el cultivo solo a la profundidad necesaria para obtener un buen ambiente de germinación. Una plántula emergiendo de una mayor profundidad es débil y menos competitiva contra las malezas (Alström 1991).

Población de plantas. El macollamiento es muy importante en el mijo perla, ya que los cultivos se desarrollan generalmente en bajas poblaciones en condiciones semi-áridas de secano (Norman *et al.* 1984). Los tallos laterales pueden contribuir hasta un 50% del rendimiento total del mijo perla cultivado bajo condiciones de lluvia natural (Rachie y Majumdar 1980).

Fertilizante. Donde la humedad del suelo no sea un limitante, el mijo perla responderá bien a niveles altos de nitrógeno. El vigor temprano de las plántulas, la tasa de crecimiento y la competencia contra las malezas se afectan por el estado de fertilidad del suelo. Cuando no se usan fertilizantes, la inclusión de un cultivo de leguminosa en la rotación producirá efectos beneficiosos sobre la disponibilidad del nitrógeno (Egharevba 1978).

Desyerbe manual. La presencia de malezas produce la mayor parte de las pérdidas de rendimiento desde 15 hasta 30 días para el mijo perla (Rathe y Malik 1990). De uno a dos desyerbes manuales serán adecuados para controlar las malezas en el mijo perla. El primer desyerbe se debe realizar tempranamente para evitar el problema de diferenciar las malezas graminéas de las plántulas del cultivo.

Herbicidas. Al igual que en el sorgo, el número de herbicidas para el control de malezas en el mijo perla no es amplio. La aplicación en bandas de atrazina o propazina a dosis bajas propiciaron el incremento de los rendimientos del mijo perla en una producción temprana basada en tracción animal (Carson 1987). Oxadiazon en pre-emergencia, a 0.75

kg i.a./ha, produjo un control más efectivo de las malezas y fue menos fitotóxico que pendimetalin (Singh y Yadav 1990).

Manejo integrado de *Striga*. Al igual que en sorgo y maíz, *Striga* es una de las principales malezas que limita la productividad del mijo perla. Esta maleza se puede manejar de manera similar a como se ha descrito anteriormente para sorgo y maíz.

REFERENCIAS

- Abraham C.T. y S.P. Singh 1981. Weed management studies in sorghum/legume intercropping systems. Resúmenes de trabajos, *Conferencia Anual de la Sociedad India de Ciencias de Malezas*, p 34.
- Alström S. 1990. *Fundamentals of Weed Management in Hot Climate Peasant Agriculture*. Crop Production Science No 11, Department of Crop Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Suecia, 271 pp.
- Ampong-Nyarko K. 1989. *Striga* in Ghana. En *Proceedings de la Consultoría Gubernamental para toda Africa de la FAO/OUA sobre Control de Striga*, octubre 20-24, Maroua, Camerún, pp 51-53.
- Ampong-Nyarko K. 1984. *Biology and control of Rottboellia exaltata in maize crops in Ghana*. Tesis no publicada de Ph.D., Universidad de Reading, Inglaterra.
- Andrews D.J., L.K. Mughogho y S.L. Ball 1984. Sorghum and pearl millet in Africa: problems and prospects with varieties. En: D.L. Hawksworth (Ed.) *Advancing Agricultural Production in Africa*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, Reino Unido (R.U.), pp 85-90.
- Carson A.G. 1987. Improving weed management in the draft animal-based production of early pearl millet in the Gambia. *Tropical Pest Management*, 33:359-363.
- Doggett H. 1984. *Striga* - advances in control. En: D.L. Hawksworth (Ed.) *Advancing Agricultural Production in Africa*. Commonwealth Agriculture Bureaux, Slough, R.U. pp 81-84.
- Doggett H. 1975. *Striga hermonthica* on sorghum in East Africa. *Journal of Agricultural Science*, 65:183-194.
- Egharevba P.N. 1978. A review of millet work at the Institute of Agricultural Research, Samaru. *Samaru Miscellaneous Paper*, 77, 17 pp.
- Enyi B.A.C. 1973. An analysis of the effect of weed competition on growth and yield attributes in sorghum (*Sorghum vulgare*), cowpeas (*Vigna unguiculata*) and green gram (*Vigna aureus*). *Journal of Agricultural Science* 81:449-453.
- ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics). 1978. *Annual Report 1975-76*. ICRISAT, 1-11-256- Begumpet, Hyderabad- 50016, Andhra Pradesh, India.
- Kim S.K. 1991. Breeding maize for *Striga* tolerance and the development of a field infestation technique. En *Combating Striga in Africa*, (Kim S.K. Ed.). Proceedings, Taller Internacional organizado por IITA, ICRISAT e IDRC, agosto 22-24, 1988. IITA, Ibadan, Nigeria, pp 96-110.
- Lagoke S.T.O., V. Parkinson y R.M. Agunbiade 1991. African dimensions of the *Striga* problem. En: S.K. Kim (Ed.) *Combating Striga in Africa*. Proceedings, Taller Internacional organizado por IITA, ICRISAT e IDRC, agosto 22-24 1988. IITA, Ibadan, Nigeria, pp 3-15.
- Mboob S.S. 1986. A regional programme for West Africa and Central Africa. En *Proceedings de la Consultoría Gubernamental para toda Africa de la FAO/OUA sobre Control de Striga*, octubre 20-24, Maroua, Camerún, pp 190-194.
- Myers R.J.K. 1978. Nitrogen and phosphorous nutrition of dryland grain sorghum at Katherine, Northern Territory. 1. Effect of rate of nitrogen fertilizer. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 18:554-563.

- Nieto J. 1970. The struggle against weeds in maize and sorghum. *FAO-International Conference on Weed Control*. Davis, California, EE.UU. pp 79-86.
- Nieto J.N., M.A. Brando y J.T. Gonzalez 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *PANS*, 14:159-166.
- Norman M.J.T., C.J. Pearson y P.G.E. Searle. 1984. *The Ecology of Tropical Food Crops*. Cambridge: Cambridge University Press, 369 pp.
- Ogunbile A.O. y S.T.O. Lagoke 1989. On-farm assessment of the potential for the use of herbicides in oxen-mechanized sorghum production in the Nigerian Savanna. *Tropical Pest Management*, 35:133-136.
- Parker C. 1980. Integrated control of weeds in sorghum. En *Elements of Integrated Control of Sorghum Pests*. FAO Plant Production and Protection Paper no 19, Roma, pp 110-119.
- Parker C. 1984. The influence of *Striga* sp on sorghum under varying nitrogen fertilization. En: C. Parker, L.J. Musselman, R.M. Polhill y A.K. Wilson (Eds.) *Proceedings del Tercer Simposio Internacional sobre Malezas Parasiticas*, (Aleppo, Siria), pp 90-98.
- Parkinson V., S.K. Kim, L. Bello y K. Dashiell 1986. Potential trap crops for *Striga* control. *Proceedings de la Consultoría Gubernamental para toda Africa de la FAO/OUA sobre Control de Striga*, octubre 20-24, Maroua, Camerún, pp 136-140.
- Pendleton J.W. 1979. Cropping practices. En: E. Hagfliger (Ed.) *Maize*. Ciba Geigy Ltd., Basle, Switzerland, pp 33-37.
- Rachie, K.O. y J.V. Majumdar 1980. *Pearl Millet*. University Park, Pennsylvania and London: Pennsylvania State University Press, 307 pp.
- Ramakrishna A., C.K. Ong y S.L.N. Reddy 1991. Studies on integrated weed management in sorghum. *Tropical Pest Management*, 37:159-161.
- Rathe S.S. y R.K. Malik 1990. Weed crop competition in pearl millet with relation to N application. En *Resúmenes de trabajos, Conferencia Bienal de la Sociedad India de Ciencias de Malezas*, marzo 4-5, 1990. Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya, Jabalpur 482004, M.P, India, pp 150.
- Shenk M.D. 1986. Weed control in maize in the tropics. En: K. Moody (Ed.) *Weed Control in Tropical Crops*. Weed Science Society of the Philippines, College, Laguna, pp 55-91.
- Singh R. y S.K. Yadav 1990. Time and method of weed control in pearl millet. *Experimental Agriculture* 26:319-324.
- Smith B.S., D.S. Murray, J.D. Green, W.M. Wanyahaya y D.L. Weeks 1990. Interference of three annual grasses with grain sorghum (*Sorghum bicolor*). *Weed Technology*, 4:245-249.
- Uppal H.S., S.K. Agarwal y M.K. Moolani 1969. Effect of time of weed removal on yield of bajra (*Pennisetum typhoideum* Pers. *Journal of Research Punjab Agricultural University* 6:(1) 18-24.

CAPITULO 14

MANEJO DE MALEZAS EN LEGUMINOSAS Y HORTALIZAS

MANEJO DE MALEZAS EN LEGUMINOSAS: FRIJOL, SOYA Y CAUPI

R. de la Cruz, K. Ampong-Nyarko, R. Labrada y A. Merayo

FRIJOL

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes, que sirve de alimento a la población de muchos países. En América Central hay cerca de 350,000 ha del cultivo con rendimientos de sólo 660 kg/ha (Anon. 1987), o sea con sólo un 30% del potencial productivo de las variedades disponibles.

Existen varios sistemas de cultivo del frijol. En algunas áreas, se cultiva intercalado principalmente con maíz o, en ciertas situaciones, con cultivos perennes, tales como la caña de azúcar, árboles frutales y café. En áreas de El Salvador, Guatemala y Honduras, el frijol se cultiva después del maíz, lo que permite la utilización racional de las lluvias al final del año. En la zona occidental de Cuba, el frijol se siembra después de la cosecha del arroz, lo que facilita la reducción de las infestaciones de arroz rojo. En Costa Rica, el 63% de las áreas de frijol se desarrolla bajo el sistema de acolchado, el que consiste en la siembra al voleo de las semillas de frijol en las áreas con malezas, las que son poco después cortadas. Este sistema es principalmente practicado en finca o predios pequeñas, pero también en áreas de hasta 20 ha (Alfaro 1984). En todas estas áreas, el frijol se cosecha al momento de la madurez completa o, a veces antes debido a la incidencia de la pudrición de las vainas provocada por fuertes ataques de enfermedades foliares y favorecidas por altas infestaciones de malezas en el campo.

Problemas de malezas

La flora de plantas indeseables predominante en frijol es muy parecida a la que existe en muchos cultivos anuales. Las especies principales de malezas de hoja ancha son: *Amaranthus* spp., *Baltimora recta* L., *Bidens pilosa* L., *Melampodium divaricatum* DC., *Tridax procumbens* L., *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp., *Euphorbia heterophylla* L., *Mimosa pudica* L., *Portulaca oleracea* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Solanum nigrum* L. entre otras. Las gramíneas y ciperáceas incluyen *Cenchrus* spp., *Digitaria* spp., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Echinochloa colona* (L.) Link., *Setaria* spp., *Ixophorus unisetus* (Presl) Schlecht., *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Cyperus esculentus* L. y *C. rotundus* L.

Período crítico de la competencia de malezas. El frijol, como muchos otros cultivos anuales, es altamente susceptible a la competencia temprana de las malezas, pero su producción puede ser igualmente afectada por la emergencia tardía de malezas, favorecida por la pérdida del follaje de la planta cultivable durante el período de su reproducción. El período crítico de competencia se halla entre los 10 y 30-40 días después de la emergencia de la planta cultivable (Nieto *et al.* 1968). Durante este período, las malezas pueden extraer 42, 6 y 36 kg de N, P y K/ha, respectivamente (Labrada y García 1978). Este período se reduce si la distancia de siembra se reduce igualmente.

Se estima que durante la producción del frijol en Nicaragua, el 30-40% de la fuerza laboral es invertida en operaciones de desyerbe manual (Tienhoven *et al.* 1982; CATIE 1985).

Control de malezas

Es difícil establecer un patrón general de manejo de malezas en las áreas de frijol debido a la diversidad de sistemas de cultivo. Sin embargo, algunos principios generales pueden ser aplicados. Un aspecto, a ser considerado en cualquier programa de manejo de malezas en frijol, es el uso de cultivares competitivos, o sea de aquellos capaces de crecer rápidamente durante estadios tempranos y de producir abundante follaje. Si el cultivar carece de esta característica, lo más aconsejable, siempre que sea posible, será reducir la distancia tanto de las plantas en la hilera como la distancia entre las hileras, para así aumentar su competencia con las malezas.

La preparación del terreno. La cero-labranza es de valor para prevenir la erosión del suelo y debe ser practicada siempre que el frijol se cultive en vertientes, donde la labranza y la aplicación de herbicidas pre-emergentes no son opciones prácticas. En esta situación, la opción es aplicar herbicidas foliares no residuales en el suelo, tales como glifosato, aplicado sobre las malezas antes de la siembra o en post-emergencia de forma dirigida sobre las malezas en los espacios entre las hileras del cultivo. Rendimientos aceptables del frijol se han obtenido con estos métodos en sistemas de cero-labranza (Zaffaroni *et al.* 1979).

Cuando las malezas perennes predominan, la combinación de la labranza profunda y pase de rastra debe ser utilizada (para más detalles ver el capítulo sobre hortalizas).

Cultivos Intercalados. El frijol es usualmente intercalado con maíz, cuyo método tiende a reducir la densidad de las malezas. Sin embargo, el control de malezas se debe desarrollar en estadios tempranos del cultivo, ya que el frijol sufre bastante la incidencia temprana de las malezas. Los labores de cultivo entre hileras son útiles para el control de malezas durante el primer mes después de la emergencia de la planta cultivable y puede ser combinada con la aplicación de un herbicida selectivo a lo largo de las hileras de ésta.

El control químico. Algunos herbicidas pueden ser utilizados selectivamente en frijol (Tabla 1). La factibilidad de su uso dependerá de la economía del agricultor. Las aplicaciones pre- o post-emergentes a lo largo de las hileras del cultivo, o sea una franja de aspersión de 20 cm de ancho, combinado con labores de cultivo entre hileras es muchas veces económicamente viable para el pequeño agricultor. Los tratamientos de pre-siembra son menos apropiados para los pequeños agricultores debido a la necesidad de incorporación mecánica al suelo inmediatamente a la aplicación herbicida.

Las gramíneas anuales son bien eliminadas con el uso de los herbicidas del grupo de las dinitroanilinas, tales como trifluralin y pendimetalin, ambos eficaces contra "la caminadora" (*Rottboellia cochinchinensis*). Trifluralin, también usado a dosis de hasta 1.44 kg i.a./ha, reduce el crecimiento de *Sorghum halepense* proveniente de rizomas (Labrada *et al.* 1987). Además, pendimetalin puede ser selectivamente usado en frijol intercalado con maíz, mientras que trifluralin puede tener similar uso en el frijol intercalado con una plantación de fomento de caña de azúcar. Metolachlor se puede aplicar con éxito en el frijol intercalado con maíz, pero aunque efectivo sobre gramíneas anuales, es inefectivo contra "la caminadora" (Bautista 1975; Labrada *et al.* 1986b).

Vernolate y EPTC son aplicables para la eliminación de *Cyperus rotundus* (Labrada *et al.* 1985; WSSA 1989), mientras que el último indicado también ofrece un control temporal de *S. halepense* proveniente de rizomas (Campeggia 1988).

Tabla 1. Herbicidas selectivos en frijol

Herbicida	Dosis kg l.a./ha	Tratamiento	Observaciones
Trifluralin	1.0-1.5	PPI	Malezas anuales y <i>S. halepense</i> a altas dosis
Pendimetalin	1.0-1.32	Pre	Gramíneas anuales
Metolachlor	2.0-2.5	Pre	<i>Idem</i> , inefectivo contra <i>R. cochinchinensis</i>
Vernolate	2.9-3.6	PPI	Malezas anuales y ciperáceas
EPTC	3.6-4.8	PPI	<i>Idem</i> , también efectivo contra <i>S. halepense</i>
Linuron	0.5-1.0	Pre	Malezas de hoja ancha
Metobromuron	0.75-1.0	Pre	<i>Idem</i>
Fomesafen	0.25-0.38	Post	<i>Idem</i>
Diclofop-metil	1.1-1.44	Post	Gramíneas anuales
Fluazifop-butil	0.25-0.38	Post	Gramíneas anuales
Fenoxaprop-etil	0.12-0.18	Post	<i>Idem</i>
Quizalofop-etil	0.10-0.15	Post	<i>Idem</i>
Haloxypop-metil	0.25-0.38	Post	<i>Idem</i>
Sethoxydim	0.27-0.36	Post	<i>Idem</i>

Los herbicidas descritos anteriormente tienden a ser menos efectivos contra malezas anuales de hoja ancha, por lo que su aplicación exige la adición de otro herbicida realmente efectivo contra las especies dicotiledóneas. Comúnmente, la dosis de cada componente herbicida en la mezcla puede ser reducida sustancialmente, algunas veces hasta un 30% de la dosis normal de uso.

Los herbicidas más efectivos para el control de especies dicotiledóneas son metobromuron, linuron y fomesafen, todos ellos con buen efecto sobre *Parthenium hysterophorus*, especie altamente tolerante a las dinitroanilinas y acetanilidas (Labrada

et al. 1986a; Labrada *et al.* 1986b). Linuron no es selectivo en todos los cultivares de frijol (Labrada 1978), por lo que sólo debe ser aplicado en frijol cultivado en suelos de textura pesada o media, y pruebas previas sobre los cultivares locales deben ser realizadas antes de proceder a su uso comercial. Fomesafen es efectivo cuando se aplica en el estadio de 2-3 hojas de las malezas.

Bentazon se utiliza como tratamiento de post-emergencia temprana para la eliminación de malezas de hoja ancha y algunos ciperáceas selectivamente en frijol, pero aplicaciones tardías resultan inefectivas. En frijol cultivado en vertientes, donde el desyerbe mecánico o manual es difícil, la aplicación foliar de herbicidas con efecto graminicida, tales como fenoxaprop-etil, haloxyfop-metil, fluazifop-butil, quizalofop-etil, sethoxydim y diclofop-metil puede ser utilizada con éxito durante el ciclo de la planta.

SOYA O SOJA

Introducción

La soya o soja se cultiva mayormente en grandes extensiones con mecanización. Sin embargo, en ciertos países, hay pequeños agricultores que cultivan la leguminosa en rotación con el objetivo de enriquecer el suelo con nitrógeno y obtener forraje para consumo animal. En el Asia meridional, más de 1.5 millones de ha se cultivan con la llamada soya hortícola, la que es normalmente intercalada con hortalizas o gramíneas y sus rendimientos sólo ascienden a 0.8 t/ha (AVRDC 1990).

Al igual que en frijol, la soya no tolera la competencia de las malezas en estadios tempranos. Según Heydendorff-Schell *et al.* (1983), el período crítico de competencia de las malezas en soya es variable y depende de la densidad de siembra del cultivo. Estos autores recomendaron desyerbar durante los primeros 70 días después de la siembra con distancia de 100 cm entre hileras, durante los primeros 55 días con distancias de 75 cm y 30 días con sólo 18 cm entre hileras.

Las especies de malezas más comunes presentes en áreas de soya son las mismas vistas para el frijol.

Métodos de control

Las estrategias de control, descritas para el frijol, son también apropiadas para la soya. Los herbicidas recomendados para su uso en frijol son también selectivos en soya. La única diferencia es que la soya es más tolerante a algunos herbicidas, que no son muy selectivos en frijol, tales como linuron y metribuzin. Este último es fitotóxico en frijol, pero ambos herbicidas se pueden aplicar en tratamientos de pre-emergencia en soya. Metribuzin es recomendado para el control de especies de malezas de hoja ancha a razón de 0.35-0.5 kg i.a./ha (Venturella *et al.* 1976; Labrada *et al.* 1986d), aunque resulta menos selectivo si se aplica durante el período lluvioso (Hawf y Waggoner 1973). Otro herbicida selectivo para el control de malezas de hoja ancha en soya es acifluorfen-sodio, el que se aplica en post-emergencia a razón de 0.14-0.21 kg i.a./ha (WSSA 1989). Este herbicida es efectivo cuando se aplica en el estadio de 2-3 hojas de las malezas. Los herbicidas del grupo de las imidazolinonas, imazaquin (0.07-0.20 kg i.a./ha) e imazethapyr (0.70-0.10 kg i.a./ha) aplicado en pre y post-emergencia, eliminan un amplio número de malezas de hoja ancha y algunas gramíneas.

CAUPI

Introducción

Caupí o frijol de vaca, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. es uno de los alimentos más importantes de los trópicos sub-húmedos. El caupí es tradicionalmente cultivado con cereales, tales como el mijo perla, maíz y sorgo en África (Rachie y Roberts 1974), pero en muchas partes de Asia se cultiva como monocultivo en rotación con cereales, intercalado con maíz, sorgo, mijo perla, algodón, casava o yuca y como cultivo de relevo en arroz (Pandy y Ngarm 1985). Tanto en África como en Asia los rendimientos son bajos, con un promedio de 200-300 kg/ha. Los bajos rendimientos se deben a ataques de insectos, enfermedades, patrones de cultivo y problemas de malezas.

Problemas de malezas

El caupí, siendo tolerante a la sequía, se cultiva principalmente como planta de secano o se siembra después de la cosecha del arroz para así utilizar las aguas residuales del suelo después de cosechado el arroz (Rachie y Roberts 1974). Tales condiciones reducen el crecimiento inicial vegetativo del caupí y estimulan el crecimiento de las malezas. Muchas malezas problemáticas, que incluyen *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke, *Vernonia galamensis* (Cass.) Less. y *Euphorbia heterophylla* L. son comunes en caupí. Aunque este cultivo desarrolla un follaje precoz, que le permite competir con las malezas y es capaz de inhibir el crecimiento de éstas, la competencia de las plantas indeseables al no ser controlada puede reducir el rendimiento de granos en alrededor de un 30-80% (Moody 1973; Nangju 1980; Poku y Akobundu 1983).

Período crítico de competencia de malezas. La habilidad competitiva del caupí varía de acuerdo a los diferentes cultivares, la densidad poblacional de la planta cultivable y los factores del ambiente, tales como humedad y nutrientes. La competencia es más crítica durante los primeros 20-40 días de crecimiento del caupí (Moody 1973; Fadayoni 1979). Es por eso que el cultivo libre de malezas durante un mes después de la emergencia aportará rendimientos óptimos. El manejo integrado de malezas en caupí se basa principalmente en la adopción de prácticas culturales con uso limitado de herbicidas. La práctica común de intercalar cultivos, especialmente cuando se incluyen cultivos de plantas mono y dicotiledóneas, reduce la necesidad de uso de herbicidas.

Control de malezas

La preparación del terreno. El caupí es mayormente cultivado como planta intercalada y es por eso que el método de preparación del terreno dependerá del cultivo principal en esta modalidad de intercalado. Cualquiera que sea el método de preparación del terreno adoptado, su objetivo deberá ser proporcionar suelo preparado libre de malezas al momento de la plantación. El caupí tempranamente establecido es generalmente más competitivo con las malezas anuales (Alstrom 1990).

Cultivares. La habilidad competitiva del caupí varía de un cultivar a otro y está asociada con el desarrollo del área foliar y la altura del follaje. Plantas de caupí bien adaptadas y dotadas de resistencia a los insectos, madurez precoz, porte mejorado de la planta, buena calidad de las semillas y resistencia a *Striga spp.* son normalmente competitivas con las malezas.

Método de siembra. Para evitar una excesiva competencia de las malezas con el caupí intercalado, el cultivo se debe sembrar en hileras simultáneamente con el cultivo acompañante. Lo más común es sembrar una hilera de caupí alternada con otra del

cereal de compañía, pero este método exige alta fuerza laboral para fines de desyerbe. Alternativamente, es más conveniente sembrar 2, 3, o 4 hileras de caupí alternadas con otro tanto del cereal, lo cual reduce la competencia entre los cultivos y la fuerza requerida para desyerbes en un 15-20% en el sistema de siembra cereal/caupí. Este sistema también mantiene las ventajas de la asociación de los dos cultivos, tales como la reducción del número de los flores de caupí afectadas por trips. El crecimiento de las malezas también se regula eficazmente evitando espacios sin plantas de cultivo y garantizando un eficiente establecimiento de la población de éste. La siembra temprana, al inicio de la temporada de cultivo, y la siembra en hileras en lugar de al voleo, son elementos que ayudan a inhibir el desarrollo de las malezas (Anderson *et al.* 1979).

Tabla 2. Herbicidas para su uso en caupí

Herbicida	Dosis kg l.a./ha	Tratamiento	Intercalado
Alachlor	1.0-2.0	Pre	maíz
Metolachlor	1.0-2.5	Pre	maíz
Linuron	0.5-1.0	Pre	maíz, sorgo
Pendimetalin	2.0-2.5	Pre	maíz
Chloramben	2.0-4.0	pre	maíz, patata dulce
Fluazifop-butyl	0.25-2.0	Post	patata dulce
Imazaquin	0.15-0.3	Post	no

Población de plantas. Aunque el caupí tiene una considerable capacidad para compensar bajas poblaciones de sus plantas, la densidad óptima de plantas es un elemento crítico si se esperan obtener altos rendimientos. La población óptima de plantas y la distancia de la hilera de siembra varía con los tipos de caupí. Normalmente se requieren altas densidades para los cultivares erectos y semi-erectos. El rendimiento de grano seco se incrementa con el incremento de la densidad de plantas desde 67,000 hasta 200,000 plantas/ha (Mohdnoon 1980). Una alta densidad poblacional también proporciona un desarrollo precoz del follaje del caupí y eleva la habilidad del cultivo para competir con las malezas.

Fertilización. En la mayoría de los suelos tropicales, el caupí puede lograr gran parte de su necesidad de nitrógeno a través de la nodulación, pero la aplicación de fósforo es necesaria para favorecer el vigor y producción del cultivo, lo que también contribuye a elevar su habilidad competitiva con las malezas. La fertilización debe ser dirigida para evitar que la misma también favorezca el desarrollo de las malezas.

Desyerbe manual. El período crítico de competencia de las malezas en caupí es el primer mes después de la emergencia de la planta cultivable. Si el cultivo se mantiene libre de malezas durante este período, los rendimientos serán tan altos como los que se obtienen desyerbando durante todo el ciclo. Por lo tanto, uno o dos desyerbes manuales a las dos

y cuatro semanas después de la emergencia del caupí, en dependencia de la infestación local de malezas, arrojará un efecto de control adecuado. El desyerbe a tiempo aquí será esencial. Si el caupí se siembra en hileras como el cultivo acompañante en la asociación, esto facilitará el uso de aperos de labranza con tracción animal para el desyerbe entre hileras.

Herbicidas. Los herbicidas son pocas veces aplicados para el control de malezas en caupí, ya que normalmente se cultiva en asociación en áreas de agricultores pequeños y pobres en recursos. Hay, sin embargo, algunos herbicidas que han sido identificados para el control de malezas en caupí (Tabla 2). Las aplicaciones pre-emergentes de metolachlor o pendimetalin aportan una excelente efectividad sobre la mayoría de las gramíneas anuales en caupí (Braithwaite 1978; Poku y Akobundu 1984, 1985). Fluazifop-butil ejerce un buen efecto sobre *Cynodon dactylon* e imazaquin a razón de 0.1-0.25 kg i.a./ha sobre *Euphorbia heterophylla* (Poku y Akobundu, 1985). Mezclas de metobromuron y metolachlor (1:1) han dado buen control sobre la mayoría de las especies anuales de hoja ancha en caupí (Braithwaite 1978; Poku y Akobundu, 1984, 1985).

Manejo integrado de *Striga gesnerioides* y *Alectra vogelii*

Factor importante en los bajos rendimientos del caupí lo es la incidencia de las especies parásitas *S. gesnerioides* y *Alectra vogelii* Benth. en áreas semi-áridas. *S. gesnerioides* puede reducir la producción de caupí en más de un 90%, mientras que *A. vogelii* puede reducirla en más de un 30% (Singh y Emechebe 1991). Los métodos de control de *S. gesnerioides* incluyen el uso de variedades resistentes y de prácticas culturales, tales como la rotación de cultivos y el desyerbe manual.

Variedades resistentes. El uso de tales variedades es uno de los métodos más efectivos y convenientes de manejo de *Striga*. Algunas fuentes de resistencia a ambas parásitas han sido identificadas, al igual que se han desarrollado líneas de multiplicación en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, que combinan la resistencia a *S. gesnerioides*, *A. vogelii*, áfidos, brúquidos, trips y múltiples enfermedades (Singh y Emechebe, 1991).

Fertilización. La aplicación de fertilizante nitrogenado es de gran ayuda en el control de *Striga* en cereales (Pieterse y Pesch 1983) y puede ser útil para igual propósito en caupí (Aggarwal 1985).

Desyerbe manual. El desyerbe manual y extracción del campo de *Striga* después de la emergencia aumenta los rendimientos del cultivo y también previene la floración de la maleza.

Rotación de cultivos. El caupí ha sido utilizado como planta trampa de control de *S. gesnerioides* en tabaco, pero plantas de este tipo no existen registradas para su uso en rotación con el caupí. Cualquier variedad susceptible de caupí puede, sin embargo, servir de planta de captura y luego proceder a la destrucción en pre-floración de las plantas de *Striga* (Aggarwal 1985). El uso de tal método, por varios años, en la rotación con variedades de caupí resistentes o tolerantes, ayuda a reducir el banco de semillas de *Striga* en el suelo.

REFERENCIAS

- Alfaro R. 1984. *Logros de la investigación sobre frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Costa Rica*. (Mimeo), Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica, 8 pp.
- Aggarwal V.D. 1985. Cowpea *Striga* research. In: S.R. Singh and K.O. Rachie (Eds.) *Cowpea Research, Production and Utilization*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, pp 335-340.
- Alström S. 1990. *Fundamentals of Weed Management in Hot Climate Peasant Agriculture*. Crop Production Science No 11, Department of Crop Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Suecia, 271 pp.
- Anon. 1987. Reunión Grupo de Apoyo- Eje V (Guatemala), Informe de Síntesis. (Mimeo) IICA- Programa de Seguridad Alimentaria. 80 pp.
- AVRDC. 1990. *Vegetable production training manual*. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan. 447 pp.
- Bautista J.E. 1975. Control de malezas en leguminosas de grano. In *Curso básico de malezas en la República Dominicana*, Eschborn, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, pp 115-120.
- Braithwaite R.A.I. 1978. Chemical weed control in Bodie bean cowpea in Trinidad. *PANS* 24:177-180.
- Camplegía O.G. 1988. *Guía para el control de las malezas con herbicidas en la Provincia de Mendoza*. INTA, Folleto Nro. 92, 47 pp.
- CATIE. 1983. *Alternativas de manejo para el sistema maíz + frijol y tomate + frijol*. CATIE- Informe técnico No. 59, Costa Rica, 15 pp.
- Fadayomi D. 1979. Weed competition and consideration of cost effectiveness of different weed control alternatives in cowpea. Paper presented at *9th Annual Conference of the Weed Science Society, Nigeria*.
- Hawf L.R. y T.B. Waggoner 1973. Sencor herbicide for the control of weeds in soybeans. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 26:35-51.
- Heydendorff-Schell R., J. Altbrod and J. Markicton 1983. Basagran y la siembra de soya en hileras estrechas. *BASF Reportes Agrícolas* 2:3-7.
- Labrada R. 1978. Evaluación de herbicidas y tratamientos combinados para el combate de malas hierbas en frijol. *Agrotecnia de Cuba* 10:73-81.
- Labrada R., E. Paredes y R. Morales 1985. Herbicidas de presembrado para la lucha contra *Cyperus rotundus* en áreas de frijol y soya. *Agrotecnia de Cuba* 17:53-60.
- Labrada R., E. Paredes y R. Morales 1986a. Lucha química contra malezas anuales en frijol y soya. I. Combinaciones de herbicidas. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas* 9:7-20.
- Labrada R., E. Paredes y R. Morales 1986b. Lucha química contra malezas anuales en frijol y soya. II. Mezclas de herbicidas. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas* 9:21-32.
- Labrada R., E. Paredes y R. Morales 1986c. Herbicidas post-emergentes contra malezas dicotiledóneas en frijol y soya. En *Memorias VIII Congreso ALAM*, noviembre 5-9, Guadalajara, México, p 87.
- Labrada R., E. Paredes y R. Morales 1986d. Lucha química contra malezas en frijol y soya. III. Susceptibilidad varietal. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas* 9:33-47.
- Labrada R., E. Paredes y R. Morales 1987. Lucha contra *Sorghum halepense* con

- herbicidas de incorporación al suelo en frijol y soya. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas* 10:29-39.
- Labrada R. y F. García 1978. Período crítico de competencia de malas hierbas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrotecnia de Cuba* 10:67-72.
- Mohdnoor R.B. 1980. Effect of plant density on the dry seed yield of cowpeas in Malaysia. *Tropical Grain Legume Bulletin* 17-18:11-13.
- Moody K. 1973. Weed control in cowpeas. *Proceedings of the Weed Science Society of Nigeria*, 3:14-22.
- Nangju D. 1980. Effect of plant density, spatial arrangement, and plant type on weed control in cowpea and soybean. In: I.O. Akobundu (Ed.) *Weeds and their Control in the humid and subhumid tropics*, Ibadan, Nigeria, IITA. pp 288-299.
- Nieto J., M.A. Brondo y J.T. González 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *PANS (C)* 14:159-166.
- Pandey R.K. y A.T. Ngarm 1985. Agronomic research advances in Asia. In *Cowpea Research, Production and Utilization*, (S.R. Singh y K.O. Rachie Eds.) John Wiley & Sons Ltd, Chichester, U.K. pp 297-306.
- Pieterse A.H. y C.J. Pesch 1984. The witchweeds (*Striga* spp.) - a review. *Abstracts on Tropical Agriculture*, 9:9-37.
- Poku J.A. y I.O. Akobundu 1984. Effect of tillage and herbicide on cowpea weed control and yield in the subhumid tropics. *Weed Science Society of America* (abstract) p 106.
- Poku J.A. y I.O. Akobundu 1985. Weed management designed for smallholdings. In: S.R. Singh and K.O. Rachie (Eds.) *Cowpea Research, Production and Utilization* John Wiley & Sons Ltd, Chichester, U.K. pp 328-334.
- Rachie K.O. y L.M. Roberts 1974. Grain legumes of the lowland tropics. *Advances in Agronomy* 26:44-61.
- Singh B.B. y A.M. Emechebe 1991. Breeding for resistance to *Striga* and *Alectra* in cowpea. In: J.K. Ransom, L.T. Musselman, A.D. Worsham y C. Parker (Eds.) *Proceedings of the 5th International symposium of parasitic weeds* (Nairobi, Kenya, pp 303-305).
- Tienhoven van N., J. Icaza y J. Lageman 1982. *Farming system in Jinotega, Nicaragua*. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 10 pp.
- Venturella L.R., O. Ruckheim y G.G. Davis 1976. Single herbicides for weed control in soybeans (*Glycine max* Merrill). In: *Resumos XI Seminario Brasileiro de Herbicidas e Ervas Danhinas, Londrina, Brazil* p.71.
- WSSA. 1989. *Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America*. Sixth Edition, Champaign, Illinois, USA, 301 pp.
- Zaffaroni E., H. Burity, E. Locatelli y M. Shenk 1979. *Influencia del no laboreo en la producción de maíz y frijol en Turrialba, Costa Rica*. CATIE, 21 pp.

MANEJO DE MALEZAS EN HORTALIZAS

R. Labrada

INTRODUCCION

Una de las mayores limitantes en la producción de hortalizas es la interferencia de las malezas. Casi todas estas plantas se desarrollan lentamente durante las primeras semanas después de la emergencia y tienden a ser menos competitivas con las malezas que muchas plantas que se desarrollan en áreas cultivables. Se considera que el período crítico de competencia de las malezas para la mayoría de las hortalizas es equivalente al primer tercio de su ciclo vegetativo (AVRDC 1990), pero de hecho este período es variable y depende de la morfología de la planta cultivable, tasa de crecimiento y desarrollo, distancia de plantación y especies de malezas presentes en el campo.

En tomate trasplantado, los rendimientos suelen reducirse si las medidas de control de malezas no son realizadas durante los primeros 30-45 días después de la plantación (Labrada y Santos 1977). En siembras directas, el período mínimo que la planta debe permanecer libre de malezas varía de 7 a 9 semanas después de la siembra (Maraña *et al.* 1983; Weaver 1984; Weaver y Tan 1987). En caso de predominancia de *Convolvulus arvensis* L. en la siembra directa de tomate, se recomienda mantener el cultivo libre de malezas por espacio de 5 semanas después de la siembra (Lanini y Miyao 1987).

El pimiento trasplantado debe permanecer libre de malezas durante los primeros 60 días después de la plantación (Labrada y Paredes 1983).

En repollo o col de trasplante, el período mínimo libre de malezas está entre 7 y 9 semanas (Labrada *et al.* 1978). Sin embargo, en Canadá, este período es sólo equivalente a las primeras 4-5 semanas del ciclo del cultivo (Weaver 1984).

La cebolla (trasplantada o de siembra directa) y el ajo son extremadamente susceptibles a la competencia de las malezas. La cebolla requiere de un ciclo largo de crecimiento, por lo que resulta ser poco competitiva con las malezas, lo que obliga a desarrollar un programa extensivo de manejo de éstas a fin de garantizar una población satisfactoria de la planta cultivable a lo largo de su ciclo de vida (Cassidy 1988). El período crítico de competencia de malezas en cebolla es de hasta 32-56 días después de la plantación (Deuber y Forster 1975), pero como otras apariciones de malezas pueden tener lugar después de ese período, lo más aconsejable es eliminarlas durante todo el ciclo vegetativo y así prevenir pérdidas de rendimiento a causa de su presencia al momento de la cosecha (Labrada 1990). El mismo enfoque es aplicable en el ajo.

En pepino, las malezas deben ser eliminadas durante los 30-40 días después de la emergencia del cultivo y así prevenir las pérdidas de producción (Friesen 1978; Labrada *et al.* 1983; Weaver 1984).

De lo descrito anteriormente está claro que las malezas deben ser combatidas desde el inicio del desarrollo y crecimiento de las hortalizas, y debe ser mantenido hasta que éstas sean capaces de competir efectivamente con las malezas.

Las malezas sirven de hospederas a muchas plagas y enfermedades, incidiendo negativamente en la fitosanidad y aumentando los gastos de insumos en la producción hortícola.

El manejo de malezas en la producción de hortalizas se basa principalmente en labores culturales, que incluyen:

- 1) La rotación de cultivos
- 2) La preparación del terreno
- 3) Cultivos intercalados y de relevo.
- 4) Desyerbes o labores de cultivos entre surcos o hileras.
- 5) Uso de materiales de acolchado, o sea, papel, mantas plásticas o residuos vegetales.

El control químico está relativamente poco desarrollado en hortalizas, ya que estas plantas son generalmente cultivadas en áreas relativamente pequeñas y la industria agroquímica desarrolla sus productos para su uso en cultivos de grandes extensiones. La mayoría de los herbicidas utilizados en hortalizas han sido inicialmente desarrollados para su uso en otro cultivo de gran extensión y muchas veces carecen de un buen margen de selectividad, por lo que la efectividad de control tiende a ser variable. También algunos herbicidas particularmente efectivos en áreas de clima templado (p.ej. CIPC y chloroxuron) resultan inefectivos al ser rápidamente degradados en condiciones tropicales.

Por lo tanto, las prácticas de control de malezas deben ser integradas lo más posible al nivel de la pequeña finca o predio en zonas tropicales y subtropicales.

ALMÁCIGAS O SEMILLEROS

Muchas hortalizas son inicialmente sembradas en camas para obtener posturas aptas para su trasplante posterior en el campo. En tales áreas la interferencia de las malezas puede reducir fácilmente la población de plántulas y su crecimiento en más de un 50%. Es por eso que se requiere de un buen manejo de malezas para obtener posturas de alta calidad. La preparación del terreno y la rotación de cultivos, que se describen más adelante para siembras directas y de trasplante son también aplicables para las áreas de almácigas o semilleros. En este caso, los terrones de suelo deben ser fraccionados finamente para permitir al agricultor el control de la profundidad de siembra de las pequeñas semillas de cultivo y así lograr una buena emergencia de la planta cultivable.

Desyerbe manual

El desyerbe manual en almácigas o semilleros de hortalizas es una labor tediosa y consumidora de tiempo. Se requieren no menos de 20-30 personas-día/ha para una sola labor de desyerbe. En almácigas de ciclo corto (alrededor de 1 mes) tres operaciones de desyerbes manual son necesarias para lograr posturas de calidad. El desyerbe manual en almácigas no es práctica segura, ya que muchas posturas podrán ser dañadas o arrancadas manualmente durante esta operación.

Fumigantes del suelo

En países desarrollados, la práctica ideal para el control de malezas en almácigos o semilleros de hortalizas es la fumigación del suelo, realizada 2-3 semanas antes de la siembra, para lo cual se utilizan potentes sustancias químicas, tales como bromuro de metilo, alcohol alílico y otros (Anon. 1982). Estos y otros tratamientos como dazomet y metham-sodio líquido son también efectivos para el control de diversas plagas del suelo.

Sin embargo, una aplicación de cualquiera de estas sustancias puede costar cerca de EE.UU.\$500/ha, lo cual no es factible económicamente para el pequeño agricultor. Esta cifra de gasto no incluye el costo de otros gastos, tales como la aplicación y los medios de protección. Además, el agricultor requerirá capacitación en la manipulación y aplicación de sustancias químicas extremadamente tóxicas.

Herbicidas

Herbicidas de menos riesgos tóxicos están disponibles, pero su uso va a depender de la economía del agricultor (Tabla 1). De hecho, la aplicación de un herbicida sencillo en 100 m² de almácigos o semilleros cuesta alrededor de EE.UU. \$1.0-1.2, lo cual es bastante económico y su aplicación selectiva permitirá al agricultor obtener miles de posturas extras. Tratamientos pre-emergentes a base de difenamida (3.2 kg i.a./ha) en tomate, y DCPA (6.0 kg i.a./ha) en repollo y cebolla eliminan completamente la necesidad de desyerbes manuales durante el ciclo de crecimiento de las posturas de hortalizas, y regularmente incrementa el número de posturas de alta calidad (Labrada 1978).

Tabla 1. Herbicidas pre-emergentes selectivos en almácigos o semilleros de hortalizas

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Cultivo
Difenamida	4.0-5.0	tomate, pimiento, berenjena
Napropamida	1.0-2.0	tomate, pimiento, berenjena
DCPA	6.0-7.5	cebolla, crucíferas
Propachlor	5.2-6.5	cebolla, crucíferas
Metribuzin	0.25-0.35	tomate
Pronamida	2.5-3.5	lechuga

Solarización

Otro método efectivo para el control de malezas y otros organismos nocivos del suelo en áreas de clima cálido lo es la solarización del suelo (Koch 1990). Esta técnica es segura para el operador y compatible en el ambiente.

En este método se utilizan mantas de polietileno transparentes o negras para cubrir el suelo húmedo por espacio de 30-45 días antes de la siembra. La técnica se suele aplicar durante la época del año más cálida (temperaturas de 35-40°C) y de mayor radiación solar (Labrada 1990; Abu-Irmaileh 1991a).

El método es económicamente efectivo si las mantas de plástico son reutilizadas. Las ventajas del método son: 1) el control de plagas del suelo obtenido permite la resiembra del área después de la primera cosecha de posturas, 2) esta práctica normalmente incrementa la disponibilidad de nutrientes del suelo para las plantas cultivables (Linke *et al.* 1991).

La solarización del suelo es también practicada extensivamente en áreas de tomate y calabaza o zapallo en el Valle central de Jordania. Este método combinado posteriormente con la utilización de acolchado reduce con eficacia la población de malezas durante 7 meses y aumenta los rendimientos del tomate y calabaza 2 y 4 veces, respectivamente, comparado con los métodos tradicionales (Abu-Irmaileh 1991b).

Muchas malezas de difícil control, tales como *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel son bien eliminadas por este método (Daelemans 1989). La maleza más resistente al efecto de la solarización del suelo es el coquito (*Cyperus rotundus* L.) (Koch 1990; Abu-Irmaileh 1991a). La población de esta especie es sólo reducida en un 25-40% en las áreas solarizadas y desyerbes manuales complementarios son necesarios para controlar las plantas que emergen por debajo de la capa del suelo efectivamente tratada.

En áreas irrigadas, otro método útil que reduce la infestación de las malezas es preparar el almáciga o semillero e irrigarlo para promover la emergencia temprana de las malezas para así controlarlas con ayuda de operaciones de cultivo o con el uso de herbicidas post-emergentes, tales como glifosato (1.44 kg i.a./ha). Diez días después, el agricultor puede realizar la siembra en las áreas tratadas. Este método reduce enormemente la infestación de las malezas, por lo que minimiza los desyerbes manuales posteriores.

SIEMBRAS DIRECTAS Y DE TRASPLANTE

Rotación de cultivos

El mejor enfoque para reducir la infestación de malezas en áreas de hortalizas es desarrollar una buena secuencia de rotación de cultivos. Las plantas cultivables competitivas son extremadamente útiles para eliminar las malezas en áreas de plantación de hortalizas. Cultivos efectivos son: la patata dulce, la cual también exhibe efectos alelopáticos sobre varias malezas gramíneas y ciperáceas (Harrison y Peterson 1991); las siembras densas de maíz y sorgo, así como algunas leguminosas de rápido crecimiento capaces de producir un follaje denso en 30-45 días después de la siembra, tales como frijol mungo (*Vigna radiata*) y habichuela china (*Vigna sesquipedalis*).

Las poblaciones de malezas tienden a reducirse cuando el terreno de cultivo es utilizado continuamente. Un barbecho prolongado o período de descanso entre las cosechas tiende a incrementar la infestación de malezas (AVRDC 1990).

La efectividad del control de malezas en cualquier secuencia de rotación puede ser sólo juzgada pasado 2-3 años de su ejecución.

La preparación del terreno

Una preparación del terreno adecuada depende del buen conocimiento de las especies de malezas predominantes en el campo.

Siempre que las malezas perennes predominen, lo mejor será labrar de tal manera que las raíces, rizomas y otros propágulos subterráneos sean expuestos sobre la superficie del suelo para facilitar su desecación por el viento y el sol. Rizomas cortos (menos de 5 cm) tienden a desecarse más rápidamente que los más largos, por lo que la fragmentación con rastras juega un papel importante. La arada debe ser tan profunda como lo permita el equipo en suelos de textura pesada y un solo pase de arado puede no ser suficiente para lograr el máximo de profundidad de labranza. La rastra rompe los terrones de suelo que resultan de la labor de arada.

El cultivo superficial del suelo es deseable siempre que las malezas anuales predominen, ya que así las semillas de las malezas permanecerán cerca de la superficie del suelo, lo que promoverá normalmente su germinación precoz. La labranza profunda suele enterrar las semillas de malezas en el suelo, lo que generalmente retarda su germinación y las distribuye a lo largo de la zona arable del suelo, donde permanecen viables, pero latentes y en espera de su regreso a la superficie del suelo con posteriores labores de cultivo. Las especies de malezas difieren en su latencia y viabilidad después de ser incorporadas al suelo, pero como regla general la labranza profunda aumenta el banco de semillas de malezas en el suelo.

En los países en desarrollo, donde predomina la pequeña finca o predio, la preparación del terreno es muchas veces realizada manualmente o con ayuda de tracción animal. El terreno es preparado con rapidez y tan pronto como se cosecha el cultivo anterior. La azada es utilizada para profundizar y el rastrillo para nivelar. En tales casos, las malezas no son un serio problema, pero los agricultores pueden no obtener altos rendimientos debido a la incidencia de otras plagas, pobre disponibilidad de los nutrientes del suelo y profundidad inadecuada para la plantación del cultivo (AVRC 1990). Donde sea posible, la mejor opción será preparar el terreno con aperos de labranza de tracción animal, tales como el arado de vertederas, rompiendo los terrones del suelo y nivelando con varios pases de rastra dentada. En suelos ligeros, la arada puede ser omitida, mientras que una rastra de disco o un cultivador rotatorio puede aquí hacer el mismo trabajo de un arado en suelos de textura pesada (AVRDC 1990).

En las siembras directas, el terreno debe ser preparado cuidadosamente para prevenir los problemas de malezas durante el ciclo del cultivo y el suelo debe ser pulverizado para garantizar la profundidad adecuada de siembra de las pequeñas semillas de hortalizas.

Cultivos intercalados y de relevo

El cultivo de relevo (relay-cropping) es ampliamente practicado en Asia, el cual consiste

en la plantación de un segundo cultivo antes de la cosecha del otro que se halla aún en desarrollo. En este caso, las malezas deben ser eliminadas mejor durante el ciclo del primer cultivo para evitar daños al segundo. Comúnmente la hortaliza se siembra o trasplanta entre las hileras del arroz inmediatamente después del último drenaje del agua de irrigación, o sea 2 semanas antes de la cosecha del arroz (AVRDC 1990).

Otra práctica más ampliamente utilizada que la anterior es el cultivo intercalado simultáneo que por lo general resulta en un desarrollo mayor del área de follaje de los cultivos y posiblemente una población de plantas también mayor. Una población mayor de las plantas cultivables reduce sustancialmente la infestación de malezas. Existen varias combinaciones para intercalar las hortalizas, tales como: frijol mungo o de enrame + maíz; crucíferas + apio, tomate o cebolla; zanahoria + lechuga, cebolla, puerro o guisantes; pepino + frijol, berenjena, rábano, guisantes o girasol; cebolla o ajo + tomate, lechuga o zanahoria; tomate + cebolla, lechuga, perejil, zanahoria, repollo chino o rábano; puerro + cebolla, apio o zanahoria (AVRDC 1990).

Labores de cultivo entre surcos o hileras

Esta es una práctica común y útil para el control de las malezas que emergen precózmemente. Algunas azadas rotatorias han sido diseñadas, las que resultan realmente efectivas para labores de desyerbes entre surcos o hileras. Estas azadas pueden fácilmente ser movidas por tracción animal. Se requiere una distancia de siembra uniforme para permitir una buena operación de desyerbe y evitar posibles daños mecánicos a las raíces de las plantas cultivables.

La desventaja del método es que aquellas malezas que crecen cercanas al surco del cultivo no son factibles de eliminar y pueden posteriormente afectar la producción final. Por esta razón, las labores de cultivo son normalmente combinadas con otros métodos de control de malezas.

Uso de materiales para acolchado

Algunos tipos de papel, mantas negras plásticas o paja seca y otros residuos vegetales han sido utilizados con éxito para el control de malezas y para la retención de la humedad del suelo en varias hortalizas.

En Paquistán, materiales vegetales de desecho como paja de arroz, tallos de maíz u otros residuos vegetales son usados para el control de malezas en hortalizas. Estos materiales son cortados en pequeños trozos y luego diseminados a lo largo del surco o hilera de la planta cultivable antes de la emergencia de las malezas. Una ligera cobertura de suelo sobre los materiales evita que estos sean movidos por el viento (Anon. 1992).

En Filipinas, la paja de arroz es utilizada como acolchado normalmente combinada con desyerbes manuales para el control de malezas en hortalizas (Paller y Magsino 1990).

En la India, el desecho de la caña de azúcar se usa como acolchado comúnmente como método de control de malezas en hortalizas (Vethamoni y Balakrishnan 1990).

En China, las áreas sin acolchado requieren de 225-270 hombres/días más para

desyerbes manuales por hectárea que cuando se utiliza el acolchado a base de mantas de polietileno negro (Schales *et al.* 1990).

En el caso de los materiales plásticos, estos se disponen sobre la superficie del suelo del surco o hilera de cultivo de tal manera de prevenir la emergencia de las malezas a través de los agujeros de plantación.

Es bien sabido que *Cyperus rotundus* es capaz de romper la manta de polietileno negro y emerger después, por eso desyerbes manuales complementarios serán necesarios para evitar interferencia de esta especie de maleza.

Control químico de malezas

Aunque la gama de herbicidas altamente selectivos es limitada, hay algunos que pueden ser útiles para ciertas hortalizas. De hecho, las siembras directas requieren un temprano manejo de malezas, que sólo es posible con el uso de herbicidas selectivos. El mejor enfoque para minimizar los gastos y evitar cualquier problema en el ambiente, p.ej. residuos de herbicidas en el suelo, es aplicar estas sustancias a lo largo del surco de cultivo con un ancho de 20 cm. La aplicación en bandas reduce el consumo de herbicidas hasta un 75% comparado con la aplicación total. Las malezas a lo largo del surco serán eliminadas y las que quedan entre surcos podrán ser controladas con labores tempranas de cultivo. Casi todos los herbicidas tienen un espectro limitado de control de malezas. Es por eso que es importante identificar las malezas presentes y de ser necesario, se aplicará una mezcla de dos herbicidas con diferente espectro de control de malezas.

La Tabla 2 muestra las opciones de herbicidas selectivos para su aplicación en hortalizas.

Herbicidas efectivos en el control de malezas anuales, tales como difenamida, napropamida, propachlor y DCPA no son eficientes en la eliminación de especies dicotiledóneas como *Parthenium hysterophorus* L., *Argemone mexicana* L., *Milliera quinqueflora* L., *Datura stramonium* L. y *Solanum nigrum* L. Además, difenamida no es efectiva contra *Portulaca oleracea* L. (Labrada 1990). Por eso se recomienda aplicar los herbicidas arriba indicados en combinación con uno o más de los siguientes herbicidas: metribuzin, desmetrina, oxyfluorfen, oxadiazon, prometrina, linuron o methazole para así ampliar el espectro de acción sobre las malezas. Naturalmente para cualquier mezcla de herbicidas se deberá tomar en cuenta la selectividad de los herbicidas previstos a aplicar en el cultivo, así como las especies de malezas objeto de control.

Ninguno de estos herbicidas son efectivos para la eliminación de especies perennes, excepto propachlor que es ligeramente activo contra algunas ciperáceas.

Para un control selectivo de gramíneas perennes en hortalizas se recomienda el uso de algunos herbicidas de aplicación foliar, tales como fluazifop-butil (0.13-0.25 kg i.a./ha), haloxyfop-metil (0.25-0.38 kg i.a./ha), quizalofop-etil (0.1-0.15 kg i.a./ha) o sethoxydim (0.75-1.5 kg i.a./ha) (Castro *et al.* 1983; Leal *et al.* 1985; Campeglia 1988; WSSA 1989). La aplicación de estos herbicidas se realiza sobre malezas gramíneas vigorosas y libres de stress cuando tienen una altura de 15-20 cm. Debe hacerse notar que una aplicación puede no ser suficiente para lograr la efectividad requerida. La actividad foliar de estos

compuestos es generalmente aumentada cuando a la solución a aplicar se le añade un agente tensoactivo no-iónico. Diclofop-metil (1.44-1.92 kg i.a./ha) se utiliza para el control de gramíneas anuales de igual forma a los anteriores graminicidas (Giannopolites 1983).

EPTC es recomendado para su uso en tomate trasplantado sobre suelos de textura arcillosa (Kempen 1987). Este herbicida es altamente activo contra *Cyperus* spp. y gramíneas perennes dotadas de rizomas, tales como *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Cynodon dactylon* (L.) Pers..

Para otras hortalizas no existe opción herbicida disponible para el control de *Cyperus* spp. y el laboreo del terreno durante la época seca, seguido de desyerbes manuales complementarios es la única forma de control.

La introducción del uso de cualquier herbicida en hortalizas obliga a la realización previa de pruebas para verificar su efectividad y selectividad en las variedades cultivables bajo las condiciones predominantes localmente.

Tabla 2. Herbicidas selectivos para el control de malezas en hortalizas

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Tratamiento	Cultivos
Difenamida	4-5	Pre	Siembra directa y trasplante tomate, pimiento, berenjena, oca
Napropamida	1-2	Pre	<i>Idem</i> , y curcubitáceas y repollo de trasplante
Pronamida	1.25-1.75	PPI o Pre	Lechuga
Trifluralin	1.0-1.5	PPI	Tomates, pimiento & berenjena de trasplante, oca, siembra directa de crucíferas, leguminosas, ajo y umbelíferas
Pendimetalin	0.65-1.0	Pre	pimiento plantado, siembra directa cebolla, ajo, crucíferas, umbelíferas y leguminosas
Fluchoralin	1.5-1.2	PPI	Similar a trifluralin
Benefin	1.3-1.7	PPI	Lechuga y leguminosas
Nitralin	0.75-1.13	Pre	Cucurbitáceas y leguminosas
Prometrina	1-1.5	Pre or post temprana	Umbelíferas, cebolla de bulbo y ajo
Desmetrina	0.25	post tempr.	repollo directo y de trasplante
Aziprotrina	1-1.5	Pre o post temprana	Siembra directa de cebolla y repollo
Metribuzin	0.2-0.35	Pre or post temprana	tomate de siembra directa y de trasplante
DCPA (chlorthal- dimetil)	7.5-9.0	Pre	S. directas o trasplantada de crucíferas, cebolla, ajo, lechuga, legum. y umbelíferas
Propachlor	6.5-7.8	Pre	S. directas o trasplantada de cebolla, ajo y crucíferas
Butachlor	2.0	Pre	tomate trasplantado
Chloramben	2.4-3.4	Pre	cucurbitáceas y pimiento trasplantado
Methazole	1.5-1.75	Pre o post temprana	Siembra directa de cebolla
Oxyfluorfen	0.24-0.36	post tempr.	Cebolla direct. y transplant.
Oxadiazon	0.25-0.5	post tempr.	<i>Idem</i> y mostaza
Naptalam	2.25-4.5	Pre	Melón y pepino
Linuron	1-1.5	Pre o post temprana	Umbelíferas, cebolla de bulbo y ajo
Bifenox	1.0	Pre	Mostaza
Acifluorfen	0.12	post tempr.	Siembra directa de tomate
Clomazone	1.7	Pre	Pimiento y berenjena transplant.
EPTC	3.2-4.8	PPI	Tomate trasplantado

REFERENCIAS

- Abu-Irmaileh B.E. 1991 a. Weed control in vegetables by soil solarization. *Proceedings First International Conference on Soil Solarization, Amman* 19-25 February 1990. *FAO Plant Production and Protection Paper* 109:155-165.
- Abu-Irmaileh B.E. 1991 b. Weed control in squash and tomato fields by soil solarization in the Jordan Valley. *Weed Research* 31:125-133.
- Anon. 1982. Weed control manual. *AG Consultant Meister Publication*, Willoughby, EE.UU. 338 pp.
- Anon. 1992. Weed control in vegetables. *Technology Reporter*, Pakistan, 1:2.
- AVRDC. 1990. Vegetable production training manual. *Asian Vegetable Research and Development Center*, Shanhua, Tainan 447 pp.
- Campeglia O.G. 1988. Guía para el control de las malezas con herbicidas en la provincia de Mendoza. *Edición INTA, Folleto No. 92*, Argentina 47 pp.
- Cassidy J.C. 1988. Modular raised transplants to reduce herbicide usage. En *Proceedings Meeting of the EC Experts' Group "Weed Control in Vegetable Production"*, 28-31 October, Stuttgart, Alemania, pp 265-272.
- Castro H.R., D.J. Calvar y C. Argerich 1983. Control químico de malezas en el cultivo del tomate. *Malezas* 11:165-171.
- Daelemans A. 1989. Soil solarization in West Cameroon: effect on weed control, some chemical properties and pathogens of the soil. *Acta Horticulturae* No. 255 pp 169-175.
- Deuber R. y R. Forster 1975. Efeitos da competição do mato na cultura da cebola (*Allium cepa* L.). *Boletín Técnico Instituto Agronomico, Brasil* 22:1-21.
- Friesen G.H. 1978. Weed interference in pickling cucumbers (*Cucumis sativus*). *Weed Science* 26:626-628.
- Giannopolitis K.N. 1983. New possibilities for post-emergence weed control in onions. *Zizaniologia* 1:47-103.
- Harrison H.F. Jr. y J.K. Peterson 1991. Evidence that sweet potato (*Ipomoea batatas*) is allelopathic to yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Weed Science* 39:308-312.
- Kempen H.M. 1987. Growers weed management guide. *Thomson Publications*, Fresno, California, EE.UU., 233 pp.
- Koch W. 1990. Non- conventional methods of weed control. En *Memorias X Congreso ALAM*, La Habana, Cuba, vol. I pp 83-112.
- Labrada R. 1978. [Effective chemical weed control measures in vegetable crops and beans in Cuba]. *Resumen Tesis Ph.D., Academia Agrícola de Moscú*, 18 pp.
- Labrada R. 1990. El manejo de malezas en áreas de hortalizas y frijol en Cuba. En *Memorias X Congreso ALAM*, La Habana, Cuba, vol.II pp 1-16.
- Labrada R. y E. Paredes 1983. Período crítico de competencia de malezas y valoración de herbicidas en plantaciones de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Agrotecnia de Cuba* 15:35-46.
- Labrada R., E. Paredes y R. Muñiz 1983. Weed competition in a cucumber crop. *Tropical Pest Management* 29:52-55.
- Labrada R. y J. Santos 1977. Período crítico de competencia de malas hierbas en tomate de trasplante. *Agrotecnia de Cuba* 9:111-119.
- Labrada R., J. Santos y J. Medel 1978. Competencia de malas hierbas en cebolla y col de trasplante. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Protección de Plantas* 1:17-41.
- Lanini W.T. y E.M. Miyao 1987. Response of processing tomatoes to different durations

- of field bindweed competition. In *Proceedings Western Society of Weed Science* vol 40:148.
- Leal F.R., M.G.C. Churat-Masca, J.C. Durigan y R. Pitelli 1985. Controle químico e plantas danhinas na semeadura direta de cebola (*Allium cepa* L.). *Revista Ceres* 32:63-74.
- Linke K.H., M.C. Saxena, J. Sauerborn y H. Masri 1991. Effect of soil solarization on the yield of food legumes and pest control. En *Proceedings First International Conference on Soil Solarization*, Amman, 1990. *FAO Plant Production and Protection Paper* 109:139-154.
- Maraña J., R. Gongora, E. Paredes y R. Labrada 1983. Período crítico de competencia de malezas en siembra directa de tomate. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Hortalizas, Papa, Granos y Fibras* 2:73-83.
- Paller E.C. y G.C. Magsino 1990. Weed management in vegetable crops in the Phillipines. *BIOTROP Special Publication* No.38 pp 215-227.
- Schales F.D., C.X. Liu y D. Wong 1990. Plastic mulch research in Guangdong Province People's Republic of China. En *Proceedings 11th International Congress on the use of plastics in the Agriculture*. Nueva Delhi, India /F/M, E.53-E.58, Edition A.A. Balkema, Rotterdam, Holanda.
- Vethamoni P.I. y R. Balakrishnam 1990. Studies on the influence of herbicide, nitrogen and mulching on the nutrient uptake of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) cv. MDU 1. *Indian Journal of Horticulture* 47:233-238.
- Weaver S.E. 1984. Critical period of weed competition in three vegetable crops in relation to management practices. *Weed Research* 24:317-325.
- Weaver S.E. y C.S. Tan 1987. Critical period of weed interference in field-seeded tomatoes and its relation to water-stress and shading. *Canadian Journal of Plant Science* 67:575-583.
- WSSA. 1989. Herbicide handbook of the Weed Science Society of America. 6th Edition, Champaign, Illinois 301 pp.

CAPITULO 15

MANEJO DE MALEZAS EN RAICES Y TUBERCULOS

MANEJO DE MALEZAS EN PAPA

P.G. Americanos

INTRODUCCION

Se considera que la papa es originaria de la región andina del Perú y Bolivia y que era ya cultivada en gran parte de América Latina al momento de la conquista española. En Europa fue introducida a fines del siglo XVI. Actualmente se cultiva en todos los continentes y es un alimento fundamental en muchos países. El área cultivada de papa a nivel mundial es de alrededor de 18 millones de hectáreas, mientras que la producción anual es de cerca de 270 millones de toneladas (FAO Production Yearbook 1990). Poco más de un tercio del área de papa se encuentra en los países en desarrollo, donde el rendimiento es de poco más de un cuarto de la producción mundial, lo cual indica que se necesita de mejorar las prácticas del manejo del cultivo.

EL PROBLEMA DE MALEZAS

En la mayoría de los países en desarrollo la papa se cultiva, bien como cultivo bajo irrigación o durante la temporada del monzón, y se le aplica una cantidad significativa de fertilizantes, condiciones que también favorecen el crecimiento abundante de las malezas. El cultivo es muy sensible a la competencia de las malezas, especialmente durante sus estadios iniciales de desarrollo, por lo que se pueden reducir marcadamente los rendimientos si no se controlan las malezas (Pereira 1941, Stephens 1962, Ingram 1964). La magnitud de la reducción del rendimiento depende de la densidad y capacidad competitiva de la población específica de malezas y de la disponibilidad de luz, nutrientes y agua. En experimentos sobre este tema, Neild y Proctor (1962) encontraron que las reducciones de rendimiento provocadas por las malezas variaron entre 16 y 76%. Más recientemente Tripathi *et al.* (1989) informaron reducciones de rendimiento de hasta un 65% comparado con parcelas testigos libres de malezas. Singh (1982) mostró que los rendimientos del tubérculo decrecían si desyerbe se retrasaba desde 25 hasta 40, 55 y 75 días después de la plantación, mientras que otras investigaciones han indicado que el período más crítico de competencia entre cultivo y malezas fue de cuatro a seis semanas después de la plantación (Thakral *et al.* 1985).

La mayoría de las especies de malezas germinan antes de la emergencia de las plantas de papa, por lo que poseen una ventaja sobre el cultivo. Especies de alto porte y de rápido crecimiento, como *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Avena* spp., *Chenopodium album* L., *Chenopodium murale* L., *Malva nicaensis* All., *Malva sylvestris* L., *Sinapis arvensis* L. y *Sonchus oleraceus* L. pueden asfixiar al cultivo, poniendo en riesgo los rendimientos e interfiriendo las operaciones de cosecha. Las malezas de hábitos trepadores tienen un efecto similar, por ej. *Galium aparine* L., *Galium tricornutum* Dandy, *Fumaria officinalis* L. y *Fumaria parviflora* Lam. (Americanos 1991).

Además de su efecto directo a través de la competencia, las malezas son también dañinas al incrementar el número de tubérculos remanente en el suelo al momento de la cosecha (Fischnich *et al.* 1958; Stephens 1965), y por ser hospedadoras de muchas plagas y enfermedades. Un ejemplo es *Myzus persicae* Sulzer, que trasmite algunas enfermedades virales muy dañinas, incluyendo el enrollado de las hojas y el mosaico.

Este áfido puede vivir sobre especies de malezas como *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus, *Chenopodium album*, *Sinapis arvensis* y *Solanum nigrum* L. (Ahmed *et al.* 1988).

Ya se ha dicho que el cultivo es muy sensible a la competencia de las malezas en etapas tempranas de su desarrollo. Una vez que crece, forma un copioso follaje que les da pocas oportunidades a la mayoría de las malezas, aunque *Sorghum halepense* (L.) Pers. y algunas otras especies pueden crecer a través del cultivo. Por lo tanto, las prácticas de manejo tienen que estar dirigidas a mantener al cultivo razonablemente libre de malezas hasta que sus hojas se cierran en el entre-surco.

CONTROL DE MALEZAS

Métodos culturales y físicos

Preparación del terreno. La arada, los pases de rastra y la creación de la cama del cultivo antes de plantar destruyen las malezas existentes y dejan el campo limpio. Sin embargo, estas labores se tienen que realizar juiciosamente, ya que el cultivo de la papa es sensible a las condiciones físicas del suelo. No se debe laborar en suelos húmedos, ya que los aperos y el pase del tractor alterarán la estructura del suelo.

Las rotaciones también pueden contribuir al manejo exitoso de las malezas, aún cuando la papa, por sí misma, se considera un cultivo competitivo con las malezas en la rotación. Las rotaciones también tienen como otros beneficios que ayudan a mantener la textura y fertilidad deseados del suelo y a reducir las pérdidas causadas por enfermedades y plagas. Maíz, frijoles y cereales son cultivos comunes de rotación en muchas partes del mundo.

Cultivos asociados. La sombra producida por un cultivo asociado tiene un doble beneficio para la papa: mantener la superficie del suelo fresca y asfixiar a las malezas. Los cultivos asociados más comunes son el maíz (en los trópicos cálidos, China, Filipinas y Sudamérica), trigo (China y Pakistán), caña de azúcar (Bangladesh y la India) y varias hortalizas.

Labores de cultivo, incluso el desyerbe manual. Una total dependencia del desyerbe manual solo es factible donde existe abundante mano de obra y a bajo costo. La escarda manual y la labranza mecanizada se pueden usar fácilmente en el cultivo de la papa, ya que su amplia distancia entre surcos permite el acceso.

Las labranzas se pueden realizar, bien mediante tracción animal o mediante aperos acoplados a tractor. El último tiene la ventaja de ser más rápido y de permitir una mayor flexibilidad de surcos. Se puede pasar rastra varias veces al campo completo antes de la emergencia de la planta y se puede cultivar el espacio entre surcos después de su emergencia. Pases posteriores de rastra después de creada la cama o surco se pueden realizar. Sin embargo, cada labor de cultivo estimula una nueva germinación de semillas de malezas y muchas operaciones de este tipo probablemente reducen los rendimientos, lo cual ha sido informado. Así, Aldrich *et al.* (1954) encontraron que más de dos o tres cultivos reducían los rendimientos, mientras que Nelson y Giles (1986) informaron que las labranzas convencionales mantenían el cultivo libre de malezas, pero reducían los rendimientos hasta un 31%.

El suelo se puede compactar como consecuencia de las labranzas, especialmente en suelos pesados, con el consiguiente daño a las plantas, reducción del rendimiento y la calidad (Stephens, 1965; Flocker *et al.* 1960). Otras desventajas de este método son la pérdida de humedad y la formación de terrones, que pueden interferir con la cosecha mecanizada. Bajo condiciones de suelo húmedo no son posibles las labores de cultivo, con lo cual la planta cultivable queda a expensas de la competencia de las malezas.

Métodos químicos

Los herbicidas ofrecen una alternativa a las labores de cultivo, siempre que sean efectivos, no costosos y que no sean tóxicos a las plantas ni a los consumidores de la papa. Durante los últimos treinta años se han desarrollado muchos compuestos que son apropiados para su uso en campos de papa, tales como herbicidas de contacto, residuales de pre-emergencia y de post-emergencia.

Herbicidas de contacto. Estos destruyen las malezas en germinación, pero tienen poca o ninguna acción en el suelo para prevenir su posterior germinación. El principal producto químico de este tipo es el paraquat, que destruye las malezas brotadas dentro de uno o dos días y que se inactiva en contacto con el suelo. Se aplica usualmente a una dosis de 200-300 g i.a./ha en 200-300 l de agua, en dependencia del tamaño y tipo de maleza. Es un herbicida poco costoso, efectivo y no selectivo, que puede destruir la población completa de malezas, incluyendo las partes aéreas de muchas malezas perennes. Diquat es similar a paraquat, pero es más efectivo contra malezas de hoja ancha y tiende a ser más costoso.

Herbicidas residuales de pre-emergencia. La mayoría tiene un grado variable de acción foliar, por lo que son capaces de destruir plántulas de malezas. Su actividad se afecta por el tipo de suelo. Se necesitan bajas dosis en suelos ligeros, altas dosis superiores en suelos pesados y dosis aún más altas en suelos orgánicos. Las recomendaciones deben basarse en la experiencia local. Se debe notar que no todos los compuestos de esta categoría son apropiados para todas las situaciones y pueden resultar tóxicos bajo algunas circunstancias (Americanos 1972). Todos los herbicidas con acción residual son más efectivos cuando se aplican sobre suelo saturado de humedad o cuando se produce un riego por aspersión o lluvia poco después de la aplicación. En la Tabla 1 se muestran los herbicidas para papa.

Herbicidas de post-emergencia. Hasta ahora los únicos compuestos seguros de esta agrupación para la papa son los graminicidas específicos, como alloxym-sódico, fluazifop-p-butil, haloxyfop-etoxietil, quizalofop y sethoxydim, los cuales solo controlan gramináceas anuales y perennes, y tienden a ser débiles contra las especies del género *Poa*. Para el control de malezas de hoja ancha ninguno de estos herbicidas posee selectividad aceptable, aunque investigaciones recientes indican que bentazon a 1.1 kg i.a. más aceite a 0.5% o bentazon solo a 1.5. kg i.a./ha pueden ser bastante satisfactorios bajo ciertas circunstancias (Americanos, datos inéditos).

La comparación de los herbicidas con las prácticas de cultivo sobre suelos de textura ligera a media arrojó que en algunas ocasiones los primeros eran superiores a los segundos en el control de malezas, mientras que en otras ocasiones ocurrió lo contrario (Eddows 1966; Americanos 1972). Diferencias significativas en el rendimiento entre

labores de cultivo y herbicidas no se registraron.

Las condiciones de suelo y clima afectan la eficacia de los herbicidas. Los herbicidas residuales son más eficientes cuando la superficie del suelo está finamente preparada comparada con el suelo con terrones. Los herbicidas de contacto y de post-emergencia no se deben aplicar cuando hay lluvia inminente. El método de irrigación también puede afectar la actividad del herbicida. Se ha demostrado que los herbicidas residuales actúan mejor bajo riego por aspersión que bajo riego por surcos (Americanos 1972).

Tabla 1. Herbicidas para papas

Herbicida	Dosis kg l.a./ha	Momento	Comentarios
Aclonifen	2.0-3.0	Pre	
Alachlor	1.5-2.0	Pre	
+ flurochloridone	+ 0.5		
Ametrina	1.0-2.0	Pre	
Bentazon	1.0-1.5	Post	Experiencia limitada
Chlorbromurón	1.0-2.0		
Cyanazina + linuron	1.0-2.0 total	Pre	Tiene acción de contacto sobre malezas brotadas
Flurochloridone	0.5-0.75	Pre	
Linuron	0.5-2.0	Pre	Tiene alguna acción de contacto
Metribuzin	0.5-1.0	Pre	También se puede usar en post a dosis inferiores
Monolinuron	0.75-1.5	Pre	
Oxadiazon	0.5-0.75	Pre	Controla <i>Convolvulus arvensis</i> emergida
Paraquat	0.2-0.3	Contacto*	Se puede usar también en post-em. temprana
Pendimetalin	1.2-1.8	Pre	
Prometrina	1.0-2.0	Pre	
Terbutrina (35%) + terbutilazina	1.2-2.0 total	Pre	Sólo en suelos pesados

*aplicado a malezas brotadas antes de la emergencia del cultivo.

Putridión de los tubérculos no se produce cuando se aplican las dosis recomendadas o bajas de los herbicidas. El riesgo de residuos en el suelo se puede evitar para los cultivos subsiguientes en rotación, para lo cual se deja suficiente tiempo entre la aplicación del herbicida y la siembra del nuevo cultivo. Además, el suelo se debe labrar profundamente y escoger un cultivo sucesivo apropiado.

Una consideración final acerca de los herbicidas residuales es que ninguno de los disponibles actualmente para uso en papa es apropiado para todas las situaciones. Todos tienen sus debilidades, lo que permite escapar del control a ciertas especies. Este hecho resalta la necesidad de alternar los herbicidas donde se cultiva la papa en el mismo

campo año tras año, de lo contrario las especies resistentes se incrementarán y se convertirán en un problema.

Recomendaciones

De los párrafos anteriores es evidente que ni las labores de cultivo ni los herbicidas por sí solos son satisfactorios, que los mejores resultados se obtienen con una combinación de ambas prácticas. En tales situaciones se pueden usar dosis bajas de herbicidas con un menor riesgo de toxicidad y menos residuos de herbicidas, tanto en el suelo como en los tubérculos. Existen varias formas para combinar las labores de cultivo y los herbicidas en la papa:

1. El campo se deja plano después de plantar y se le pasa una rastra una vez previo a la brotación del cultivo para destruir las plántulas de malezas germinadas. El nuevo brote de malezas que surge después del pase de rastra se destruye durante la labor para crear la cama del surco. A continuación de un riego o una lluvia se aplica un herbicida residual a una dosis baja, pero suficientemente alta para contener a las malezas hasta que la papa haya formado un buen follaje. Las especies de gramíneas que crecen bajo el cultivo, como *Avena* spp., *Sorghum halepense* y cereales indeseables se pueden destruir con dosis bajas de un graminicida. Para reducir aún más el costo de dicho tratamiento el graminicida se puede aplicar a dosis reducida mezclado con un coadyuvante apropiado (Americanos y Vouzounis 1991). Si el número de malezas es bajo, se puede desyerbar manualmente.
2. El campo se deja plano después de plantar y se aplica paraquat después de la brotación de las malezas. Los tratamientos subsiguientes, a partir de la labor de la cama de cultivo, son iguales a los descritos anteriormente.
3. Después de plantar plano se aplica una dosis reducida de herbicida residual para prevenir el crecimiento de la mayoría de las malezas hasta que se realiza la labor de crear la cama. El desarrollo posterior de malezas puede bien ser controlado con pases de rastra, por lo que la cama se rehace o se controla con la aplicación de un herbicida residual. Este último se puede aplicar poco antes del momento de la brotación del cultivo, siempre mezclado con paraquat para destruir las malezas brotadas.
4. Se crea la cama del cultivo al momento de la plantación, se le pasa rastra dentro de pocas semanas y se rehace la cama, entonces se aplica un herbicida residual. Este método tiene la ventaja de que, al dejar un intervalo mayor entre la plantación y los pases de rastra, permite destruir una mayor cantidad de malezas, incluyendo las especies de germinación tardía, pero requiere dos labores para rehacer la cama.

Donde las labores de cultivo sean el único método disponible de control de las malezas, éstas se deben realizar siempre que las condiciones sean favorables y el riesgo de compactación del suelo sea mínimo. Esto significa laborar cuando el suelo esté bien preparado y no húmedo, especialmente en suelos pesados. Por otra parte, si solamente se usan herbicidas, se deben seleccionar cuidadosamente los productos después de considerar las condiciones del suelo, las poblaciones de malezas y la susceptibilidad de las variedades de papa a los herbicidas individualmente (Americanos 1972, 1991; Duvauchelle 1985; Freeman 1981).

REFERENCIAS

- Ahmed S.A., A.W.M. Ali y A.M. Salman 1988. Effect of weed control on the diversity and abundance of insects in potatoes. *Acta Horticulturae* 220:417-424.
- Aldrich R.J., G.R. Blake y J.C. Campbell 1954. Cultivations and chemical weed control in potatoes. *New Jersey Agricultural Experiment Station Circular* 557.
- Americanos P.G. 1972. Chemical Weed Control in Potatoes. *Technical Paper No.1, Agricultural Research Institute, Chipre*, 16 pp.
- Americanos P.G. 1991. Weed management in potatoes. Paper presented at the *FAO Weed Management Workshop*, Nicosia, Chipre.
- Americanos P.G. y N.A. Vouzounis 1991. The effect of the addition of an organic adjuvant on the efficiency of four systemic herbicides. *Miscellaneous Reports* 44, Agricultural Research Institute, Chipre, 6pp.
- Bremner P.M. 1966. The effect of cultivations on yield of the potato crop. *Proceedings, 8th British Weed Control Conference*, pp 1-7.
- Duvauchelle S. 1985. Le desherbage de la pomme de terre. *Cultivar* 190:96-99.
- Eddows M. 1966. Chemical weed control in potatoes. *Agriculture* 73:170-173.
- FAO 1990. *FAO Production Yearbook* 44:90-91.
- Fischnich O., C.Patzold y C. Schiller 1958. The use of growth regulating substances on potato crops. *European Potato Journal* 1:25-30.
- Flocker W.J., H. Timm y J.A. Vomocil 1960. Effect of soil compaction on tomato and potato yields. *Agronomy Journal* 52:345-348.
- Freeman J.A. 1981. The influence of weather on the tolerance of potato varieties to metribuzin. *Research Review, Agassiz Research Station, Canada*, pp. 4-5.
- Ingram J.M. 1964. Weed control in potatoes-experiments in Northern Ireland 1963. *Proceedings, 7th British Weed Control Conference* pp 483-486.
- Neild R.R.A. y J.H. Proctor 1962. Chemical weed control in potatoes. *Proceedings, 6th British Weed Control Conference* pp.697-701.
- Nelson D.C. y J.F. Giles 1986. Implications of post-emergence tillage on root injury and yields of potatoes. *American Potato Journal* 63:445-446.
- Pereira H.C. 1941. Studies in soil cultivation IX. The effect of inter-row tillage on the yield of potatoes. *Journal of Agricultural Science* 31:212-231.
- Singh B.N. 1982. Effect of periodic manual weeding on potato. *Indian Journal of Agronomy* 27:291-293.
- Stephens R.J. 1962. The control of weeds in potatoes by pre-emergence application of herbicides. *Weed Research* 2:185-191.
- Stephens R.J. 1965. The place of herbicides in the potato crop. *European Potato Journal* 8:33-51.
- Thakral K.K., M. Pandita y S.C. Khurana 1985. Effect of time of weed removal on growth and yield of potato. En *Abstracts of Papers, Annual Conference of Indian Society of Weed Science*, 1985.
- Tripathi B., C.M. Singh y M.Bhargava 1989. Comparative efficacy of herbicides in potato under conditions of North-Western Himalayas. *Pesticides* 23:37-38.

MANEJO DE MALEZAS EN RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES: ÑAME, MALANGA, CASAVA Y PATATA DULCE

K. Ampong-Nyarko

INTRODUCCION

Los principales cultivos de raíces tropicales, como casava (yuca o mandioca), ñame, patata dulce (camote o boniato) y malanga, se cultivan extensamente y se utilizan principalmente como alimentos básicos en muchas regiones de los trópicos. Los cultivos de raíces son productores de calorías biológicamente más eficientes que ningún otro cultivo tropical (Hahn 1984). Varios métodos de control cultural se utilizan en el manejo integrado de malezas de los cultivos de raíces tropicales, tales como la preparación del terreno, el método de plantación, la variedad, el período de plantación, la densidad de plantas, la fertilización y el acolchado, todos los cuales son compatibles entre sí y generalmente ocasionan poco o ningún costo adicional de producción. El factor esencial en cualquier programa de manejo integrado de malezas es el número de métodos directos e indirectos que se pueden combinar económicamente en una situación dada (Ampong-Nyarko y De Datta 1991).

ÑAME (*Dioscorea* spp.)

Las especies más importantes dentro de los ñames son *Dioscorea rotundata* Poir (ñame blanco), *D. alata* L. (ñame de agua), *D. cavensis* Lam. (ñame amarillo) y *D. esculenta* (Lour.) Burk. (ñame menor). Los ñames usualmente se asocian con caupí o con bajas poblaciones de maíz, casava, hortalizas y plátano.

Problemas de malezas

El lento crecimiento inicial, el hábito de crecimiento y la incapacidad de proyectar sombra completamente sobre el suelo, hace al ñame muy susceptible a la competencia de las malezas. Las reducciones promedio de rendimiento por la competencia no controlada de las malezas en ñame varían entre 40 y 90% (Akobundu 1990; Hahn 1984). *Imperata cylindrica* (L.) Rausch. es una de las malezas más nocivas del ñame.

Control de malezas

Preparación del terreno. La plantación de ñame está precedida de labores de labranza para preparar el suelo. El ñame regularmente se planta en montículos, llevando el suelo de la superficie a la creación de cúmulos cónicos en diversos puntos del campo. Esta es, en gran medida, la práctica más común en la agricultura tradicional de bajos insumos (Onwueme 1978). Estas operaciones cuidadosas de labranza producen un lecho de plantación libre de malezas para el ñame.

Método de plantación. El mejor material de plantación del ñame son los tubérculos pequeños enteros, que brotarán fácilmente. Los propágulos grandes producen plantas más vigorosas con mayor área foliar, que son por tanto más competitivas contra las malezas que las plantas desarrolladas a partir de propágulos menores (Onwueme 1978).

Período de plantación. La plantación temprana, al principio del período lluvioso, es preferible a la plantación en período de sequía (Onwueme 1978). La plantación en el período lluvioso de propágulos pre-brotados o de tubérculos de baja latencia previamente almacenados, conduce a una brotación temprana y sincronizada, lo que acorta el período de crecimiento del ñame. Esto reduce también el período de competencia de las malezas con el ñame.

Población de plantas. El ñame generalmente se planta a 1 m entre surcos y 1 m dentro del surco. Se les colocan soportes sobre los que trepan las enredaderas del cultivo un mes después de la brotación. El desyerbe es mucho más fácil de realizar en campos estaquillados que en campos sin estaquillar.

Fertilizante. El ñame responde bien a la fertilización nitrogenada y potásica. La fertilización, cuando el ñame ha desarrollado un sistema radical extenso, conduce al desarrollo de un gran área foliar, que mejora su capacidad competitiva contra las malezas.

Desyerbe manual. El ñame tiene un período crítico libre de malezas de alrededor de 16 semanas después de la emergencia. Por lo tanto, normalmente requiere de tres a cuatro desyerbes durante su ciclo de vida. El ñame desyerbado a uno, tres y seis meses después de la plantación rindió casi tanto como el desyerbado mensualmente (Kasasian y Seeyave 1969). No es común el desyerbe mecanizado del ñame debido a su hábito de crecimiento, su estaquillado y su sistema radical poco profundo (Onwueme 1978).

Acolchado. El acolchado es esencial en la producción de ñame y si no se realiza los rendimientos se reducen (Lal y Hahn 1973). El acolchado ayuda a reducir la temperatura del suelo, lo cual provoca una buena brotación y mayores rendimientos. El acolchado puede reducir los requerimientos de desyerbe del ñame, así como el consumo de mano de obra en más de un 20% (Hahn 1984). En el ñame se ha utilizado con éxito un cultivo de porte bajo, la sandía "egusi", *Colosynthis citrullus* (L.) Ktze., el cual sirve para reducir las malezas (Akobundu 1990).

Herbicidas. Las prácticas culturales integradas arriba descritas, combinadas con el desyerbe manual, controlarán con efectividad las malezas en el ñame. De ser necesario se podrán utilizar algunos herbicidas que han demostrado ser efectivos para el control de malezas en el cultivo (Tabla 1), tales como la aplicación pre-emergente de atrazina y metolachlor (1:1) a 3.0 kg i.a./ha, diuron a 3.0-3.5 kg i.a./ha (IITA 1973) y metribuzin 1.5-2.0 kg i.a./ha (Renant y Merlier 1973). Los herbicidas resultaron ser más efectivos cuando se aplicaron en mezclas con paraquat tres semanas después de la plantación, en post-emergencia de las malezas y con un 5% de emergencia del ñame (Unamma y Melifonwu 1986).

MALANGA (*Colocasia* spp. y *Xanthosoma* spp.)

Las malangas son un importante grupo cultivos de raíces tropicales, desarrollados principalmente en el Pacífico, la islas del Caribe y en África Occidental (Plucknett *et al.* 1970; Nzietchueng 1983). Las malangas usualmente se asocian con poblaciones tempranas de cultivos perennes, como banano, cacao, cítricos, cocotero y caucho (Plucknett *et al.* 1970).

Problemas de malezas

Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott se cultiva casi exclusivamente bajo condiciones de secano, mientras que *Colocasia* se cultiva tanto en condiciones de irrigación como de secano. Bajo condiciones de secano las malezas constituyen un problema durante todo el ciclo del cultivo en *Xanthosoma* y *Colocasia*. Estos son especialmente susceptibles a la competencia de las malezas cuando su follaje es escaso. El ciclo de vida de estos cultivos tiene algunas características, tales como que en etapas tardías de su ciclo aparecen nuevas hojas progresivamente más pequeñas que las existentes, por lo que si el cultivo llegó a cerrar con su follaje los entre-surcos a mediados de su ciclo, éste desaparece y el follaje se abre nuevamente, por lo que las malezas logran prosperar. Por lo tanto, el control de las malezas aquí es crítico en dos etapas definidas: durante la etapa temprana de crecimiento vegetativo y durante los períodos de acumulación de almidón (Onwueme 1978). En cultivos de *Colocasia* inundados, los problemas de malezas son menores que en la malanga de secano, debido al efecto controlador de malezas de la capa del agua. A pesar de esto, las malezas no controladas aún logran reducir los rendimientos. Las malezas comunes en los campos inundados son competitivas y bien adaptadas a las condiciones acuáticas. Las malezas crecen e infestan el campo si no se mantiene la profundidad óptima del agua.

Períodos críticos de competencia. El período crítico de competencia en las malangas es durante las primeras 4 a 16 semanas después la plantación (Akobundu 1990)

Tabla 1. Herbicidas usados en cultivos de raíces

Herbicidas	Cultivo	Dosis	Tratamiento
			(kg l.a./ha)
Alachlor + metolachlor	patata dulce, casava, ñame	3-6 total	Pre
Atrazina	malanga	3-4	Pre
Chloramben	patata dulce	2-4	Pre
Diuron	casava, malanga	3-4	Pre
Fluazifop-butil	patata dulce	0.28-0.56	Post
Fluometuron	casava	2-3	Pre
Linuron	malanga	3-4	Pre
Metribuzin	ñame	1.5-2.0	Pre
Paraquat	ñame, malanga, casava	0.6-1.12	Post (DS)
Prometrina	ñame, malanga	4-6	Pre
Sethoxydim	patata dulce	0.3-0.6	Post

Control de malezas

Preparación del terreno. En condiciones de secano, la preparación del terreno comprende el desmonte, los pases de arado y de rastra. La preparación mecánica del suelo debe garantizar un campo libre de malezas para facilitar un óptimo crecimiento

inicial. El fanguedo, bajo condiciones de inundación, controla las malezas que crecen después de la labranza. La nivelación del suelo es importante en el cultivo de inundación, con el fin de evitar poblaciones aisladas de malezas en áreas no inundadas.

Método de plantación. La plantación se realiza comúnmente sobre suelo llano, sobre canteros o sobre caballetes), usando trozos de tallo, cormos o cormos secundarios. Los trozos de tallo producen plantas que producen los mayores rendimientos, el mayor número de raíces y el mayor peso de las hojas, por lo que pueden ser más competitivas contra las malezas.

Población de plantas. La malanga se desarrolla mejor a distancias estrechas, de alrededor de 60 cm x 60 cm. Cuando se usan distancias más estrechas disminuye la incidencia de malezas (Onwueme 1978). Como la malanga se produce como cultivo asociado, su distancia de plantación dependerá de la densidad de los cultivos asociados.

Acolchado. Al igual que el ñame, la malanga de secano normalmente es acolchada. El acolchado con hojas muertas, malezas gramíneas o polietileno suele conservar la humedad y controlar las malezas.

Manejo del agua. En cultivos inundados de *Colocasia*, la plantación se realiza con una lámina de 2-5 cm de agua. En los campos se pueden hacer diques para retener el agua. Cuando las raíces se han desarrollado suficientemente se eleva el nivel del agua de manera que la base del cultivo permanezca sumergida (Onwueme 1978). La densidad y tipo de malezas que emergen posteriormente está estrechamente relacionado con la profundidad del agua inundada. La inundación poco profunda (menos de 2.5 cm) facilita el crecimiento de las malezas (Ampong-Nyarko y De Datta 1991).

Fertilizante. Las deficiencias de nitrógeno y fósforo provocan un crecimiento lento y hace al cultivo menos competitivo contra las malezas. En sistemas tradicionales de malanga en África y las regiones del Pacífico se usa poco o ningún fertilizante. Fertilizantes o estiércol se deben aplicar en tierras que se han cultivado durante largos períodos.

Desyerbe manual. El período crítico de competencia en malanga es durante las primeras 4 a 16 semanas después de la plantación (Akobundu 1990). De dos a tres desyerbes manuales bien programados son necesarios. En *Colocasia* inundada las malezas se controlan mediante el manejo del agua. Las malezas sobrevivientes se deberán controlar mediante extracción manual.

Herbicidas. Varios herbicidas han demostrado ser efectivos en *Colocasia* inundada. En malanga de secano han resultado efectivos prometrina a 1-2 kg i.a./ha, que brinda un control de 4-8 semanas (Kasarian 1971), atrazina a 3.5 kg i.a./ha, así como linuron y diuron, cada uno a 3 kg i.a./ha (Table 1).

CASAVA (YUCA) (*Manihot esculenta* Crantz)

La casava (yuca o mandioca) es un cultivo alimenticio fundamental, cultivado en un amplio rango de condiciones agro-ecológicas (Jennings, 1970). Se cultiva generalmente por pequeños agricultores usando métodos tradicionales de control de malezas y usualmente se asocia con frijoles, maíz, melones y bananos. En África Occidental la casava es

regularmente el último cultivo usado en la rotación, antes de dejar la tierra para barbecho (Doku 1967).

Problemas de malezas

La casava puede ser más tolerante a enfermedades y plagas que muchos otros cultivos debido a la ausencia de un período crítico de formación del rendimiento (Cock 1977). Después de su establecimiento, se puede detener el crecimiento en cualquier momento sin destruir los órganos formadores de la producción. Esto generalmente no sucede en cultivos reproductivos, donde por ejemplo, un stress durante la iniciación floral puede causar una falla completa de la cosecha (Cock 1977). No obstante, la casava es susceptible a la competencia de las malezas. El crecimiento incontrolado de las malezas en la casava puede provocar pérdidas de rendimiento de 75-95% (Moody y Ezumah 1974). La casava es un cultivo de larga duración (10-24 meses) y de crecimiento relativamente lento, que no alcanza un área foliar óptima hasta cerca de cuatro meses después de la plantación. Normalmente los costos más elevados en la producción de casava son los de la mano de obra, de la cual entre 25 hasta 55% se usa en labores de desyerbe (Doll 1977).

Período crítico de competencia de las malezas. El período crítico de competencia de las malezas en casava es durante los primeros 3 a 4 meses después de la plantación, por lo que una vez formado el follaje del cultivo no se requieren posteriores labores de desyerbes (Onochie 1975; Doll y Piedrahita 1973).

Control de malezas

Preparación del terreno. En la agricultura tradicional, la preparación del lecho de siembra para la plantación de casava se puede realizar de varias formas, pero la más común es plantar sobre suelo bastante limpio, pero no labrado. La quema, que es común en el sistema de preparación de desmonte y quema, destruye las semillas y las plántulas de malezas, lo que puede mantener el campo libre de malezas durante 2-3 semanas. A la vez que se adiciona ceniza neutralizadora a suelos de bajo pH, la quema incontrolada deja el suelo descubierto, lo que incrementa la erosión del suelo, las pérdidas de nitrógeno y de otros elementos. En tierras agrícolas en desarrollo para casava, primeramente se labra con arado, que corta la vegetación al nivel de la superficie del suelo y entonces se realiza un pase de rastra. Un campo bien preparado permite un óptimo crecimiento inicial de la casava. La labranza durante el período de sequía es un método práctico de controlar las malezas gramíneas dotadas de rizomas, tales como *Imperata cylindrica* y *Cynodon dactylon* (L.) Pers., mediante la desecación de sus estructuras de mantenimiento y propagación perenne.

Método de plantación. La casava se puede plantar plano, en camellones, en montículos o en surcos. La plantación en surcos facilita el desyerbe y otras prácticas de manejo.

Período de plantación. Las plantas de casava requieren de una adecuada humedad durante las primeras semanas después de la plantación para asegurar una buena germinación, lo cual conduce a un rápido cierre del follaje, que reduce el crecimiento de las malezas. En regiones que presenten una distribución de las precipitaciones definitivamente bi-modal, la plantación se debe realizar al inicio del período lluvioso.

Variedad. Se prefieren las variedades de alto rendimiento, con resistencia a enfermedades y plagas. Las variedades de porte bajo y ramificación profusa tienen la ventaja de un mayor control de las malezas en comparación con las de porte alto, de poca ramificación (Akobundu 1980).

Población de plantas. Con vistas a desarrollar rápidamente un follaje que pueda inhibir el desarrollo de las malezas es importante que el cultivo posea una alta población de plantas. Distancias de plantación entre y dentro de los surcos de 80 y 100 cm son ideales para la casava, pero dependen de la variedad, la fertilidad del suelo y la lluvia. Albuquerque (1969) observó que sólo se necesitó un desyerbe cuando se plantó la casava a una densidad de 15,000 plantas/ha comparado con tres desyerbes para una distancia más ancha.

Fertilizante. En suelos pobres parece existir respuesta a la aplicación de nitrógeno. La casava es especialmente susceptible a la deficiencia de zinc (Onwueme 1978). La fertilización en la casava se debe realizar de forma localizada a las plantas cultivables, después de los desyerbes, para así evitar un crecimiento excesivo de las malezas.

Acolchado. El acolchado de la superficie puede tener un efecto importante sobre el control de las malezas y sobre el rendimiento de la casava. El asocio de la casava con cacahuete, melón o caupí regularmente suprime el desarrollo de las malezas.

Desyerbe manual. Una vez que se ha formado el follaje del cultivo, entre 3 y 4 meses después de la plantación, desyerbes posteriores en casava no son necesarios (Onochie 1975; Doll y Piedrahita 1973). Dos desyerbes realizados a los 15 y 30 días de la plantación resultaron menos efectivos que dos desyerbes a los 30 y 60 días. Un mínimo de dos a tres desyerbes se requieren antes de que la casava desarrolle completamente su follaje. Las labores de cultivo entre surcos mediante tracción animal, tractor e instrumentos manuales, acompañado de la escarda de los espacios dentro del surco, son operaciones más rápidas que el desyerbe manual.

Herbicidas. El control químico de las malezas bajo condiciones de agricultura de bajos insumos es factible. Los herbicidas de pre-emergencia, atrazina y metolachlor a 2.5 kg i.a./ha, fluometuron a 2.0-3.0 kg i.a./ha o diuron a 2.0 kg i.a./ha, aplicados solos o en mezclas con alachlor o metolachlor a 3.0 y 2.0 kg i.a./ha, respectivamente, han resultado efectivos para el control de malezas en casava en los trópicos húmedos (Akobundu 1980).

PATATA DULCE *Ipomea batatas* (L.) Lam.

La patata dulce tiene una duración de su ciclo de vida de sólo 4 a 5 meses, el más corto entre todos los cultivos de raíces producidos en los trópicos (Hahn 1984).

Problemas de malezas

Las malezas son un problema en la patata dulce sólo durante la fase inicial de crecimiento lento. Después de este período, el crecimiento vigoroso y agresivo de los bejucos conduce a un cubrimiento efectivo del suelo que asfixia las malezas presentes

(Onwueme 1978). Si no se controlan las malezas durante la fase de crecimiento lento, la reducción de rendimiento puede alcanzar un 90% (Akobundu 1990).

Control de malezas

Preparación del terreno. La preparación del terreno para patata dulce es similar a la del ñame y la casava. La patata dulce se cultiva extensamente en camas y montículos.

Método de plantación. Los bejucos normalmente se plantan en camas para producir densidades de 20 000 plantas por hectárea. Por encima de esta densidad se produce reducción del tamaño de los tubérculos. Tal densidad también permite el asocio con otros cultivos. La incidencia y severidad de las malezas son mayores a bajas densidades de plantas.

Fertilizante. La patata dulce responde bien al fertilizante, especialmente si se ha cultivado la tierra durante un largo período. La aplicación de fertilizantes incrementa la capacidad competitiva del cultivo contra las malezas.

Desyerbe manual. El período crítico de competencia de las malezas en patata dulce es durante las primeras 3 a 6 semanas después de la plantación. La demora en el primer desyerbe hasta cuatro semanas después de la plantación causó una reducción significativa del rendimiento (Kasasian y Seeyave 1969). Un desyerbe a tiempo en patata dulce con una densidad de 20 000 plantas por ha, seguido de una eliminación de los focos aislados de las malezas, puede brindar un control adecuado. El desyerbe de patata dulce después del segundo mes producirá daños al cultivo y reducción del rendimiento (Macdonald 1967; Kasasian y Seeyave 1969; IITA 1973).

Herbicidas. Un excelente control de gramíneas anuales se observó en patata dulce con 0.28-0.56 kg i.a./ha de fluazifop-butil (Tabla 1). Alachlor a 3.4-6.7 kg i.a./ha y difenamida también brindan buen control de malezas en patata dulce (Herman *et al.* 1983).

REFERENCIAS

- Akobundu I.O. 1980. Weed Science research at the International Institute of Tropical Agriculture and research needs in Africa. *Weed Science* 28:439-444.
- Akobundu I.O. 1981. Weed control in cassava cultivation in the subhumid tropics. *Tropical Pest Management* 27:247-250.
- Akobundu I.O. 1987. *Weed Science in the Tropics: Principles and Practices*. Chichester: John Wiley and Sons, 510 pp.
- Akobundu I.O. 1990. The role of weed control in integrated pest management for tropical root and tuber crops. En: S.K. Hahn y F.E. Caveness (Eds.) *Integrated Pest Management for Tropical Root and Tuber Crops*, Ibadan, International Institute of Tropical Agriculture, pp 23-29.
- Albuquerque M. de. 1969. *A mandioc na Amazonia*. Sudam, Belem, Brasil, 277 pp.
- Ampong-Nyarko K. y S.K. De Datta 1991. *A Handbook for Weed Control in Rice*. Philippines: International Rice Research Institute, 113 pp.
- Cock J.H. 1979. A physiological basis of yield loss in cassava due to pest. En *Proceedings of Cassava Protection Workshop*. Centro Internacional Agricultura Tropical, Cali

- Colombia. CIAT Series-CE-14, pp 9-16.
- Doku E.V. 1967. Root crops in Ghana. En *Proceedings of First International Symposium on Tropical Root Crops*. Trinidad, Vol 1 Section 3, Agronomy, pp 39-68.
- Doll J.D. 1977. Weeds: an economic problem in cassava. En *Proceedings Cassava Protection Workshop*, CIAT, Cali, Colombia, CIAT-CE-14, pp 65-69.
- Doll J.D. y W.C. Piedrahita 1963. Effects of time of weeding and plant population on the growth and yield of cassava. En *Proceedings of 3rd International Symposium on Tropical Root Crops*, Ibadan, Nigeria.
- Hahn S.K. 1984. Tropical root crops: their improvement and utilization. En: D.L. Hawksworth (Ed.). *Advancing Agricultural Production in Africa*, Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough., R.U. pp 91-97.
- Herman, N.D., T.J. Monaco y T.J. Sheets 1983. Weed control with alachlor and residues in sweet potato (*Ipomea batatas*) and soil. *Weed Science* 31:4, 567-571
- International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 1973. *Farming Systems Program 1972 Report*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Jennings D.L. 1970. Cassava in Africa. *Field Crop Abstracts* 23:271-278.
- Kasasian L. 1971. *Weed control in the Tropics*. Leonard Hill, Londres 307 pp.
- Kasasian L. y J. Seeyave 1969. Critical periods of weed competition. *PANS*, 15:208-212.
- Lal R. y S.K. Hahn 1973. Effect of method of seedbed preparation, mulching and time of planting on yam in western Nigeria. En *Proceedings of the Third Symposium of International Society for Tropical Root Crops* held on 2-9 December 1973, Ibadan, Nigeria, pp 293-306.
- Macdonald A.S. 1967. Some aspects of the sweet potato and its agronomy in Uganda. *Proceedings of First International Symposium on Tropical Root Crops*, Trinidad, 1967. Vol. 1. Section 3, Agronomy, pp 112-123.
- Moody K. y H.C. Ezumah 1974. Weed control in major tropical root and tuber crops - a review. *PANS*, 20:292-299.
- Nzietchueng S. 1983. Etudes sur la pourriture racinaire du manioc (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun: 1 - Systemologie et etiologie de la maladie. *Agronomie Tropicale*, 38:321-325.
- Onochie B.E. 1975. Critical periods for weed control in cassava in Nigeria. *PANS*, 21:54-57.
- Onwueme I.C. 1978. *The Tropical Tuber Crops: Yams, Cassava, Sweet potato and Cocoyams*. Nueva York, John Wiley & Sons, 234 pp.
- Plucknett D.L., R.S. de la Pena y F. Obero 1970. Taro (*Colocasia esculenta*). *Field Crop Abstracts*, 23:413-426.
- Renaut G. y H. Merlier 1973. Weed control under mechanised yam growing. *Proceedings of Third International Symposium on Tropical Root Crops*. Ibadan, IITA.
- Unamma R.P.A. y A.A. Melifonura 1986. Herbicides for 'seed' yam production from 'minisets' in the rainforest of Nigeria. *Weed Research* 26:115-120.

CAPITULO 16

MANEJO DE MALEZAS EN FRUTALES

MANEJO DE LAS MALAS HIERBAS EN BANANOS Y PLATANOS

P.J. Terry

INTRODUCCION

Bananos y plátanos son alimentos principales en muchos países, además de ser productos comercializados nacional e internacionalmente. Estos se siembran como cultivos de bajos insumos para el consumo familiar y también como generadores de ingresos, que en este caso implica grandes insumos y niveles de manejo. El control de malezas es una de las prácticas que determina la productividad de estos cultivos. Este capítulo resume los problemas de las malezas en bananos y plátanos e identifica los métodos de control que tienen importancia práctica para todos los sistemas de producción.

Problemas de malezas

Existe consenso entre los conocedores de la materia de que las gramíneas, particularmente las especies perennes, son las malezas más severas en bananos y plátanos. Estas son *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Digitaria abyssinica* (A. Rich.) Stapf, *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel, *Panicum maximum* Jacq., *Paspalum scrobiculatum* L., *Paspalum conjugatum* Berg. y *Pennisetum purpureum* Schumach. (Akobundu 1987; Feakin 1971; Deuse y Lavabre 1979; Purseglove 1972; Simmonds 1959). El omnipresente *Cyperus rotundus* L. (Deuse y Lavabre 1979), junto con *Cyperus* spp. en general (Akobundu 1987), también son importantes en estos cultivos. Simmonds (1959) indica que los bananos sufren poco por las competencia de malezas de hoja ancha y recomienda que algunas especies (particularmente *Commelina* spp.) sean aprovechadas como cobertura beneficiosa del suelo. Hay, sin embargo, un número de malezas de hoja ancha que son problemáticas, como es el caso de *Chromolaena odorata* (L.) King y Robinson (Akobundu 1987), *Convolvulus* spp. e *Ipomoea* spp. (Feakin 1971).

Se acepta, en general, que las malezas son un problema en bananos y plátanos, ya que compiten por el agua, los nutrientes y la luz. La deficiencia de nitrógeno en las plantas cultivables refleja normalmente esta competencia, como lo muestra el amarillamiento del follaje joven (Simmonds 1959), la reducción de la altura y el grosor, la maduración tardía y los rendimientos reducidos (Seeyave y Phillips 1970). Los efectos alelopáticos de algunas malezas casi seguramente dañan estos cultivos y Chou (1989) afirma haber demostrado efectos alelopáticos de dos malezas leguminosas, *Centrosema* sp. e *Indigofera* sp. La posibilidad de que las malezas sean hospederos alternativos de plagas debe tenerse en cuenta. *Commelina* es hospedera de enfermedades virales del banano en Puerto Rico y del nemátodo reniforme (*Rotylenchus*) en las Islas de Barlovento (Kasasian 1971), también hospeda al nemátodo de la raíz del banano, *Radopholus similis*, en el Caribe (Feakin 1971).

MANEJO DE MALEZAS

El manejo de malezas en bananos y plátanos no puede estar separado de otras prácticas agronómicas utilizadas para cultivar a estas plantas. Aunque las técnicas particulares se

describen por separado, éstas deben ser integradas en un sistema que sea apropiado para una región específica.

El período crítico, durante el cual las malezas suprimen el crecimiento de los bananos y plátanos, se entiende que se extiende durante los inicios del establecimiento del cultivo. Seeyave y Phillips (1970) aportan pruebas experimentales que muestran la necesidad del buen manejo de las malezas durante los primeros 4-6 meses después de la plantación. Un estudio hecho en Nigeria mostró que el período crítico de competencia en el plátano comprende la etapa entre el brote de la flor y el engrosamiento de los frutos (Akobundu 1987 citando a Ndubizu 1981). Sería prudente, por tanto, asegurarse de que los bananos y plátanos reciban un buen manejo de las malezas por cualquier vía durante, al menos, seis meses después de la plantación y que se eliminen las malezas que aparezcan próximas a las plantas de cultivo, o sea todas aquellas dentro de un círculo alrededor de la base del tallo.

Preparación del terreno

Al igual que en los restantes cultivos, como frutales, el terreno deberá ser bien preparado antes de la plantación para eliminar tantas malezas como sea posible, especialmente las gramíneas perennes. De no haber gramíneas perennes presentes, una escarda completa con azada de mano o mediante la labranza será suficiente (Acland 1971).

Control mecánico de malezas

El sistema radical del banano es superficial, la mayoría de las raíces están a 15 cm de la superficie del suelo. Todas las labores de cultivo, excepto las más superficiales, tienden a dañar el sistema radical, por lo que generalmente se deben evitar (Simmonds 1959). Las labores de cultivo son también una de las causas más importantes de la erosión del suelo. Por tanto, se requieren otras opciones al efecto. El método más común de control de malezas es la siega, pero esto no es tan bueno como para asegurar rendimientos óptimos (Kasasian y Seeyave 1968). Una práctica típica es segar las malezas 3-4 veces al año, las que se dejan cubriendo el suelo, lo que ayuda a evitar la erosión, el brote de nuevas malezas y permite el acceso al campo (Feakin 1971). Esto, por supuesto, no evita la competencia de las malezas ni tampoco las elimina. En efecto, las malezas de hábitos rastreros como *Cynodon dactylon*, serán más bien estimuladas. Otra desventaja con la siega de la maleza es el riesgo de dañar los tallos e hijos del banano, a menos que la operación se realice con cuidado (Feakin 1971).

Control cultural de las malezas

Los bananos y plátanos son muy vulnerables a las malezas durante su establecimiento. A partir de ahí, el follaje del cultivo suprime las malezas, excepto las tolerantes a la sombra. Por tanto, las prácticas que favorecen el desarrollo del follaje son beneficiosas en términos de control de malezas, como son el uso de material de plantación saludable y vigoroso, así como una distancia estrecha del cultivo. Chako y Reddy (1981) mostraron que los bananos plantados a distancias de 1.2 x 1.2 m (6,944 plantas ha⁻¹) y 1.5 x 1.2 m (4,444 plantas/ha) arrojaron altos rendimientos y un control "natural" de las malezas.

Las plantas de cobertura se pueden usar para inhibir el crecimiento de malezas y han sido ampliamente recomendadas. Simmonds (1959) relaciona 28 leguminosas recomendadas, entre éstas las más favorecidas son: *Crotalaria juncea* L. (cáñamo de Bengala), *C. striata* DC. (= *C. pallida* Ait.), *C. usaramensis* E.G. Baker, *Indigofera endecaphylla* Jacq., *Phaseolus trinervius* Wight y Arn. (= *Vigna radiata* (L.) Wilczek var. *sublobata* (Roxb.) Verdc. = frijol mungo) y *Vigna sinensis* (L.) Hassk. (= *Vigna unguiculata* (L.) Walp. = caupí). Es posible que los agricultores pequeños necesiten un cultivo de cobertura que pueda ser utilizado. El manejo de malezas en este cultivo asociado podría beneficiar los bananos y plátanos, aunque el cultivo mismo también puede competir por los recursos de subsistencia. En Nigeria, la sandía, a una densidad de 5.000 plantas/ha, suprimió el crecimiento de la maleza durante 5 meses, aumentó significativamente el establecimiento y el rendimiento del banano, mientras que densidades de 2500 ó 10 000 plantas/ha redujeron el crecimiento y el rendimiento del banano debido a la competencia de las malezas o de las sandías (Obiefuna 1989). En la India, un cultivo asociado de caupí con banano inhibió totalmente el crecimiento de malezas durante 70 días, mientras aportó humus y nutrientes que beneficiaron al cultivo (Chacko y Reddy 1981). Simmonds (1959) apunta que la patata dulce se recomienda como planta de cobertura en el banano.

El acolchado es a veces de valor como un medio de control de malezas (Simmonds 1959) y generalmente se acepta que el banano responde bien a esta práctica en Africa Oriental (Acland 1971). Materiales comunes de acolchado son las hojas muertas o caídas del banano, tallos cortados y viejos. Kotoky y Bhattacharyya (1991) mostraron que el peso de los racimos y el rendimiento en bananos pueden ser aumentados significativamente con un acolchado de 36 toneladas/ha de paja de arroz. Es posible usar otros materiales (por ejemplo: arbustos cortados, aserrín, hierbas cortadas, jacinto de agua), pero esta no es generalmente una práctica económica. Cuando se use acolchado se deberá no permitir que el material en uso entre en contacto con los tallos del banano o el plátano, ya que éste ofrece condiciones de humedad que podrían estimular la entrada del púcido del banano (Acland 1971). Simmonds (1959) advierte que el acolchado puede interceptar las lluvias ligeras, las cuales se evaporan antes de llegar a las raíces de los cultivos y que la descomposición del acolchado puede inmovilizar y causar deficiencia de nitrógeno.

Control biológico de malezas

No se conocen referencias de uso práctico del control biológico contra malezas específicas de bananos y plátanos, pero estos cultivos posiblemente se beneficiarían cuando la investigación actual identifique predadores o patógenos para el control de *Chromolaena odorata*, *Mikania micrantha* H.B.K. y otras malezas.

Control químico de las malezas

Los herbicidas ofrecen un medio práctico para el control de malezas y permiten el cumplimiento de las recomendaciones referentes al mínimo de labores de cultivo en campos de banano. El efecto económico del control químico varía en todo el mundo; en algunos países la producción de banano sería virtualmente imposible sin herbicidas, mientras en otros, especialmente las naciones más pobres o en desarrollo, el uso de herbicidas es raramente práctico o apropiado. Sin embargo, existe la posibilidad para

todos los países de explotar los herbicidas en el control seguro y efectivo de las malezas en bananos y plátanos.

En la Tabla 1 aparece una selección de herbicidas que han sido ampliamente usados en bananos y plátanos. Las dosis, momentos de aplicación y breves comentarios sobre el uso de estos productos son allí dados. Si se establecen cultivos asociados o de cobertura del suelo, el uso de estos herbicidas es probable que sea limitado considerablemente. Esta información se ofrece como guía y no sustituye la asesoría local ofrecida por expertos calificados en el manejo de malezas.

Para evitar la difícil tarea de seleccionar un producto entre tantos, se insta al lector a considerar el uso glifosato como primera opción. Este herbicida es muy efectivo contra la mayoría de las malezas herbáceas, incluyendo gramíneas perennes y ciperáceas, que pueden ser problemáticas en bananos y plátanos. Tiene baja toxicidad (DL_{50} oral aguda en ratas del producto más común = 5.4 g/kg) sin residuos perjudiciales en el suelo después de su aplicación. Puede utilizarse para eliminar las malezas perennes antes de la plantación y por consiguiente se aplicará cuidadosamente de forma dirigida dentro del cultivo. Los tratamientos deben aplicarse tan frecuente como sea necesario. En Puerto Rico, por ejemplo, el tratamiento óptimo para lograr el control de maleza, rendimiento y mínima fitotoxicidad durante un ciclo plantación-cosecha fue de tres aplicaciones de solución de glifosato al 1%, a seis semanas de intervalo (Liu y Rodríguez-García 1988). Un régimen similar se puede establecer para otras localidades.

Tabla 1. Herbicidas para usar en bananos y plátanos

Herbicida	Dosis (kg l.a./ha)	Trata- miento	Malezas controladas
Ametrina	2.5 - 5	Pre o post temp.	Gramíneas y hojas anchas anuales en germinación y plántulas.
Dalapon	4 - 11	Post	Gramíneas anuales y perennes en crecimiento activo.
Diuron	1.6 - 4	Pre	Malezas gramíneas y hojas anchas anuales en germinación.
Glufosinato	0.8 - 1.6	Post	Gramíneas anuales y perennes y hojas anchas anuales en crecimiento activo.
Glifosato	1 - 3	Post	Malezas anuales y perennes en crecimiento activo.
Paraquat	0.5 - 1	Post	Malezas gramíneas y de hojas amplias emergidas.
Simazina	2 - 6	Pre	Malezas anuales de hoja ancha en germinación.

Algunos productos pueden usarse mezclados, por ejemplo: ametrina + simazina, diuron + paraquat.

Paraquat ha sido muy alabado por su control de malezas anuales en bananos y plátanos, pero ha resultado muy tóxico para el hombre y no deberá usarse si la habilidad del usuario es dudosa.

De los herbicidas activos en el suelo, ametrina, diuron y simazina son ampliamente recomendados y tienen la ventaja sobre paraquat y glifosato, de que persisten en el suelo, evitando el crecimiento de muchas malezas, pero a diferencia de glifosato, no controlan las especies perennes.

En vista de la importancia de las malezas gramíneas, uno podría anticipar un papel para alguno de los relativamente nuevos graminicidas, tales como diclofop-metil, fluazifop-p-butil, fenoxaprop-etil, haloxyfop-metil, quizalofop-etil y sethoxydim, pero hay poca o ninguna evidencia de que estos productos hayan sido evaluados y aprobados para su uso en bananos y plátanos.

Finalmente, los herbicidas no deben ser concebidos como una panacea para resolver todos los problemas de malezas en bananos y plátanos. Ellos tienen la capacidad de resolver problemas, así como también de crearlos. El uso de herbicidas debe ser complementado con otras estrategias de manejo de las malezas para evitar riesgos, tales como el desarrollo de malezas resistentes.

REFERENCIAS

- Acland J.D. 1971. *East African Crops*. FAO/Longman, 252 pp.
- Akobundu O. 1987. *Weed Science in the Tropics. Principles and Practices*. John Wiley y Sons, Chichester, R.U. 522 pp.
- Chako E.K. y A. Reddy 1981. Effect of planting distance and intercropping with cowpea on weed growth in banana. En: *Proceedings of the 8th Asian-Pacific Weed Science Society Conference*, pp 137-141.
- Chou C-H. 1989. The role of allelopathy in biochemical ecology: experience from Taiwan. *Biologia Plantarum (Praha)* 31:458-470.
- Deuse J. y E.M. Lavabre 1979. *Le Désherbage des Cultures sous les Tropiques*. G.-P. Maisonneuve et Larose, Paris, 312 pp.
- Feakin S.D. (Ed.) 1971. *Pest Control in Bananas. PANS Manual No. 1*. PANS, 56 Gray's Inn Road, London, 128 pp.
- Kasasian L. 1971. *Weed Control in the Tropics*. Leonard Hill, Londres, R.U. 307 pp.
- Kasasian L. y J. Seeyave 1968. Chemical weed control in bananas - a summary of eight years' experiments in the West Indies. En: *Proceedings of the 9th British Weed Control Conference*, Brighton, pp 768-773.
- Kotoky U. y R.K. Bhattacharyya 1991. Bunch weight and yield of banana as influenced by organic mulches. *Indian Journal of Horticulture*, 48:275-280.
- Liu L.C. y J. Rodríguez-García 1988. Optimum time interval and frequency of glyphosate application for weed control in plantain (*Musa sp.*). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 72:297-300.
- Ndubizu T.O.C. 1981. Crop/weed competition in plantain (*Musa acuminata* y *M. balbisiana*). Paper presented at: *Sixth African Horticultural Symposium*, Ibadan.
- Obiefuna J.C. 1989. Biological weed control in plantains (*Musa AAB*) with egusi melon [*Colocynthis citrullus* (*Citrullus lanatus*) L.]. *Biological Agriculture and Horticulture*, 6:221-227.

- Purseglove J.W. 1972. *Tropical Crops: Monocotyledons*. Longman, Londres, R.U. 607 pp.
- Seeyave J. y C.A. Phillips 1970. The effect of weed competition on growth, yield and fruit quality of bananas. *Windward Islands Banana Growers' Association Winban Research Scheme Report No. 145*, 6 pp.
- Simmonds N.W. 1959. *Bananas*. Longmans, Londres, R.U. 466 pp.

MANEJO DE MALEZAS EN CITRICOS

Megh Singh y Siyuan Tan

INTRODUCCION

El clima cálido en las regiones de cítricos favorece la germinación y crecimiento de malezas todo el año. Varios autores (De Barreda 1977; Goren y Monselise 1969; Jordan y Day 1967, 1970; Jordan *et al.* 1977; Mersie y Singh 1989; Milella y Deidda 1973; Singh y Tucker 1984b; Suzuki 1981), han descrito las principales malezas de los cítricos en diferentes partes del mundo.

Las malezas compiten con las plantas jóvenes por los recursos limitados, tales como nutrientes y agua. La competencia resulta regularmente en reducciones del crecimiento de los árboles, el nivel de nitrógeno en las hojas, el potencial de agua, la calidad y rendimiento de las frutas (Jordan 1981; Jordan y Russell 1981). Los efectos adversos de las malezas en los cítricos están relacionados con la intensidad de la competencia y el grado de control de las malezas (Ryan 1969). Las malezas también reducen la temperatura del suelo y del aire, lo que aumenta la posibilidad de daños a los cítricos por las heladas durante las temporadas de frío. Las malezas son hospederas de enfermedades y plagas, que también dificultan las actividades en el manejo de los huertos, tales como la irrigación y la cosecha. También causan considerables pérdidas económicas en la producción de cítricos (Jordan y Day 1967; Tucker y Singh 1983). El manejo de malezas es una necesidad en la producción de cítricos.

METODOS DE MANEJO DE MALEZAS

En los EE.UU. las malezas en los cítricos se controlan esencialmente mediante una combinación de labranza, siega, y uso de productos químicos (Jordan y Day 1970; Lange 1970; Tucker y Singh 1983). En los cítricos se usan también muchos otros métodos de control. Los métodos de manejo de malezas se dividen, generalmente, en preventivos, físicos culturales, biológicos y químicos (Anderson 1983).

Prevención

Hall y Tucker (1987) recomendaron un programa de prevención para el manejo de *Scoparia dulcis* L. en los huertos de cítricos de la Florida. Ellos propusieron programas de vigilancia a fin de detectar la maleza antes de su establecimiento en las hileras de los árboles. La siega anterior a la formación de los frutos evita la acumulación de las semillas en el suelo. La limpieza de los equipos y aperos después de ser usadas en áreas infestadas es importante para evitar la diseminación de malezas hacia áreas no infestadas (Hall y Tucker 1987). La identificación y control de nuevas malezas con anterioridad a su diseminación generalizada, reduce enormemente el costo de las operaciones de control de malezas en años futuros (Tucker y Singh 1983).

Métodos físicos

Quema. La quema se usa a veces en la preparación del terreno antes de la plantación de los huertos y es común en los trópicos. La quema puede controlar, no sólo las

malezas sino también otras plagas. Se ha informado que en California se utilizó la quema en el control de malezas en huertos de cítricos (Yarrick 1946). La quema puede causar daños en los huertos establecidos si la cantidad de malezas secas disponible como combustible es grande (Jordan y Day 1970).

Control de malezas con agua caliente. El agua caliente ha sido probada en el control de malezas en huertos de cítricos y en otros cultivos, con resultados prometedores. La mayor efectividad se obtuvo sobre malezas anuales, tales como especies de *Setaria* y *Solanum*, pero sobre especies perennes pueden necesitarse más de un tratamiento (Anónimo 1993 a,b). Esta nueva técnica es especialmente apropiada para su utilización en huertos debido a las diferencias morfológicas entre los árboles y las malezas, así como la gran distancia entre plantas e hileras.

Siega, escarda y acolchado. Bredell (1973) comparó varios métodos físicos con las medidas químicas para controlar malezas en cítricos. Los herbicidas demostraron ser los más efectivos. El acolchado, con plástico o paja, controló en gran medida el crecimiento de las malezas, dependiendo de las especies. En general, la respuesta de los cítricos a los acolchados plásticos fue muy favorable. El rebrote de las malezas, después de la escarda manual, fue muy rápido. Las malezas mantuvieron vigor después de la siega de la vegetación natural. Sin embargo, las malezas anuales fueron suprimidas gradualmente por especies de gramíneas indígenas. Day (1958) y Jordan y Day (1970) creyeron en la utilidad de la paja, el aserrín, virutas de madera y otras coberturas orgánicas para el control de malezas, lo que resultó en algún efecto sobre el establecimiento de las malezas anuales, pero fue inefectivo contra las perennes establecidas. Donadio *et al.* (1988) encontraron un cambio significativo de especies de malezas después de varios tratamientos de manejo: escarda, cultivos de cobertura, labranza y herbicidas. Estos resultados muestran las limitaciones del empleo de un sólo método de control en cítricos.

Labranza. La labranza es el método tradicional de control de malezas y aún es uno de los más importantes métodos de manejo de malezas en cítricos en muchos países (Giudice 1981; Jordan y Day 1970; Lange 1970; Suzuki 1981). Este método es fácil de realizar y puede controlar las malezas anuales eficiente y económicamente. Es muy importante el control de las malezas anuales por labranzas antes de la formación de semillas, lo que asegurará que no se acumulen semillas de malezas en el suelo. La labranza después de la formación de las semillas puede aumentar la diseminación de las malezas.

Las malezas perennes más comunes son controladas regularmente durante una temporada mediante oportunas labores de cultivo, mientras que las de raíces profundas necesitan varias labores para su control. La eliminación de la especies perennes resistentes en huertos de cítricos raramente se alcanza con labores de cultivo (Jordan y Day 1967; Tucker y Singh 1983). La labranza continua en un huerto formará una capa compactada de suelo y facilitará la erosión del suelo. Las labores de cultivo pueden también causar daños a los troncos y raíces de los árboles (De Barreda 1977).

Métodos culturales

Densidad de los árboles. Los frutales son cultivos perennes y una vez que un huerto se establece, se debe manejar dentro del sistema existente durante años. Esto limita el

número de prácticas culturales aplicables en el control de malezas en huertos. La densidad de plantación de un huerto podría usarse como medida en el control de malezas. En la medida que aumenta la densidad especialmente en la hilera, la superficie del suelo del huerto queda sombreada más rápidamente por el follaje de los árboles, lo que inhibe el crecimiento de las malezas (Tucker y Singh, datos inéditos).

Césped. El mantenimiento de un césped (o cobertura viva) en todo el suelo del huerto o entre hileras de los árboles es una práctica común de manejo de malezas en huertos, incluyendo plantaciones de cítricos, especialmente en laderas o en áreas donde haya peligro de erosión del suelo (Day 1958; Skroch y Shribbs 1986; Suzuki 1981). El césped puede competir con los árboles por nutrientes y humedad del suelo cuando estos recursos son limitados. Por tanto, el césped usualmente necesita ser inhibido mediante siega mecánica o química, de modo que las malezas estén controladas para que la competencia del césped con los árboles no sea demasiado severa. Es buena idea mantener el césped entre las hileras con pases frecuentes de segadora, en combinación con aplicaciones de herbicidas, a lo largo de las hileras de árboles sobre la zona de sus raíces (Jordan y Day 1970; Tucker y Singh 1983).

Cultivo de cobertura. Los cultivos de cobertura pueden desempeñar un papel similar al césped. Estos pueden mantenerse durante todo el año o como coberturas durante el invierno o el verano en huertos de cítricos (Jones y Embleton 1967). Los cultivos de cobertura ideales deberán inhibir las malezas e interferir al mínimo con los cítricos. Jones y Embleton recomiendan usar leguminosas en huertos de cítricos jóvenes, donde las malezas no están aún totalmente establecidas. Sin embargo, en huertos de mayor edad se pueden recomendar como cobertura cultivos vigorosos de plantas no leguminosas. La mostaza (*Brassica* spp.) se usa frecuentemente como cultivo de cobertura en los huertos de cítricos.

Siega. La siega, usualmente conjuntamente con un césped o cultivo de cobertura, se usa mucho en huertos, donde no resultan prácticas las labores de cultivo u otras formas de no labranza. La siega es fácil de realizar y da una agradable apariencia al huerto. El manejo continuo mediante la siega inhibe las malezas altas y promueve las pequeñas. Esta práctica presenta una alta demanda de energía. Durante la siega mecánica las malezas pueden diseminarse por sus semillas y vegetativamente (Tucker y Singh 1983). Con la frecuencia requerida de la siega mecánica y su creciente costo, el tratamiento con dosis bajas de herbicidas post-emergentes mediante aspersión o frotamiento, en aplicaciones de bajo volumen, se ha hecho cada vez más popular (Smith 1993; Tucker y Singh 1983; Singh y Tucker 1984a).

Cero-labranza. De Barreda (1977) y Giudice (1981) informan que no es común encontrar un suelo no cultivado y desnudo, mantenido con aplicaciones de herbicidas todo el año. Mantener el suelo descubierto durante el invierno no ofrece una verdadera ventaja, porque es costoso, aunque pueda tener lugar alguna protección contra las heladas. Otro método, tal como la plantación de césped, puede reemplazar los herbicidas en sistemas de cero-labranzas, lo que es comúnmente usado en huertos de cítricos en el Sur de Australia (Cant 1978).

Pastoreo. Mcleod y Swezey (1980) informan que en huertos y viñedos de California y Oregón se usan gansos en el control de malezas. El pastoreo con gansos es efectivo solo

contra ciertas hierbas agradables al paladar de esta ave. Los animales pueden ser destructivos para los árboles y son difíciles de manejar convenientemente en el huerto (Day y Jordan 1967).

Control biológico

Bio-herbicida. El agente de control biológico más comúnmente conocido en cítricos es el patógeno fungoso, *Phytophthora palmivora*, el cual se ha comercializado con el nombre DeVine. Este patógeno se encontró, originalmente, atacando la *Morrenia odorata* (H. y A.) Lindl. (parra estranguladora) en huertos de cítricos (Tucker y Singh 1983) y se usa ahora para su control (Watson 1992). Después del tratamiento inicial, no habrá necesidad de tratar nuevamente el huerto durante varios años.

Control de malezas por insectos. Los insectos han tenido poca atención como medio de combate contra las malezas en cítricos. El estudio de Habeck (1977) sugiere que los insectos podrían usarse contra *Lantana camara* L. y *M. odorata*. En realidad, muchas malezas que aparecen en los huertos de cítricos en todo el mundo tienen enemigos naturales que pueden ser útiles como agentes de control biológico. Las gramíneas son las especies menos probables para el control biológico; aunque indeseables en los cítricos, estas mismas especies son con frecuencia económicamente importantes para los ganaderos. El control de malezas por insectos útiles no puede ser usado contra todas las malezas, pero tiene posibilidad contra muchas de ellas (Habeck 1977). Se ha observado que las larvas de Noctuidos y otras diezman efectivamente las poblaciones de diversas especies de gramíneas en huertos de cítricos. En Australia y Hawai se han usado con éxito varios escarabajos minadores de las hojas en el control de *L. camara*, la cual es una maleza principal en huertos de cítricos de la Florida (Tucker y Singh 1983).

Control químico

La práctica actual de control químico de malezas en cítricos, sus beneficios y problemas han sido totalmente reseñados y discutidos por varios autores (Jordan y Day 1970; Jordan *et al.* 1977; Jordan 1978; Leyden y Rohrbaugh 1963; Mersie y Singh 1989; Oohata 1969; Singh *et al.* 1990; Ryan 1969; Tucker y Singh 1983). Se recomienda a los lectores consultar estas publicaciones para información más específica sobre control químico.

Muchos herbicidas han sido usados en cítricos y generalmente se dividen en dos grupos: los aplicados al suelo (pre-emergentes) y los aplicados al follaje (post-emergentes). Los principales herbicidas aplicados al suelo en cítricos son: bromacil, diuron, norflurazon, oryzalin, oxyfluorfen y simazina. Estos y otros herbicidas aplicados al suelo, han sido extensamente estudiados en los cítricos (De Barreda y Del Busto 1981; Jordan *et al.* 1977; Jordan 1978; Leyden 1969; Milella y Deidda 1973; Oohata 1969; Ryan 1969; Singh y Tucker 1984b; Singh y Tucker 1988; Singh *et al.* 1985; Singh *et al.* 1990; Torrisi 1969; Tucker y Phillips 1973). Estos principalmente controlan las malezas en germinación o las plántulas jóvenes de malezas en los huertos de cítricos.

Los herbicidas de aplicación foliar pueden dividirse, además, en dos grupos: herbicidas de contacto y sistémicos, según sus características de translocación en la planta. Los principales herbicidas de contacto en los cítricos son paraquat y glufosinato, mientras que los principales herbicidas sistémicos son 2,4-D, fluzafop, glifosato y sethoxydim. Muchos

estudios han sido realizados sobre la efectividad en el control de malezas de los herbicidas de aplicación foliar en los cítricos (De Barreda y De Busto 1981; Jordan *et al.* 1977; Jordan 1978 Oohata 1969; Ryan 1967; Singh y Tucker 1985; Torrisi 1969; Tucker y Phillips 1973; Tucker *et al.* 1977). Los herbicidas de aplicación foliar, que poseen o no poca actividad en el suelo, controlan las malezas establecidas.

Además del tipo de herbicida, muchos otros factores son importantes en la determinación del éxito del programa de control químico. Estos factores son: la formulación, la dosis, el momento, el equipo, la frecuencia y el volumen de aplicación, los coadyuvantes, las mezclas y la incorporación (Singh y Tucker 1983), las malezas resistentes y la tolerancia de los cítricos a los herbicidas (Achhireddy y Singh 1986; Castle y Tucker 1978; Day y Jordan 1969; Jordan *et al.* 1969; Singh y Achhireddy 1984; Suzuki 1981; Tucker 1977) y las condiciones del ambiente, tales como la precipitación (Tucker y Singh 1983). También cuando se usa el control químico debe considerarse la persistencia y la lixiviación de los herbicidas en el suelo (Jordan *et al.* 1969), el efecto sobre la fauna, como abejas, la seguridad de los trabajadores de la finca y la eliminación de los envases.

Los herbicidas se han usado como una de las principales medidas para el control de malezas en cítricos durante varias décadas en las mayores regiones de cítricos del mundo (Jordan y Day 1970; Lange 1970; Leyden 1969; Mersie y Singh 1989; Suzuki 1981; Tucker y Singh 1983). La razón de su extenso uso es que los herbicidas controlan las malezas de los cítricos y mejoran más la efectividad y economía de la producción que otras medidas en la mayoría de las situaciones (Bredell 1973; Donadio *et al.* 1988; Herholdt 1969). La desventaja del control químico es que necesita no sólo equipos específicos, sino también trabajadores entrenados. El control químico no es tan seguro como otros métodos de manejo de malezas.

La efectividad del control químico de malezas ha resultado en una dependencia del uso de los herbicidas en muchas áreas no excluidas las plantaciones de cítricos. Este manejo dependiente de los herbicidas ha ocasionado algunas preocupaciones relativas a la contaminación del agua subterránea, que es un problema común y creciente en las principales regiones agrícolas del mundo (Hallberg 1988). Existe la necesidad de mejorar las técnicas de uso de herbicidas, de modo que sus efectos adversos sobre el medio ambiente sean reducidos o eliminados sin sacrificio de su efectividad. Un buen ejemplo es la técnica de aplicar los herbicidas solo sobre áreas con malezas objeto del tratamiento, en vez de a todo el campo, mediante el uso de detectores de maleza o tecnología de navegación (Barton 1993; Miller y Stafford 1991).

Integración de programas de manejo de malezas

Existen muchas técnicas de manejo de malezas disponibles y otras aun por descubrir, como se discutió anteriormente. Mucho énfasis se dedicó en el pasado al uso de un sólo método de control. La interacción entre diferentes medidas de control ha sido bastante ignorada, lo cual se debe enfatizar en el futuro.

La integración y rotación de varias medidas de control se pueden usar con efectividad en los huertos de cítricos. Ejemplos de esta integración son la labranza y la cero-labranza con herbicidas (De Barreda 1977; Giudice, 1981), el mantenimiento de cultivos de

cobertura de verano o invierno (Day 1958; Jones y Embleton 1967), y un césped con siega entre hileras, cero-labranzas y herbicidas en las hileras (Tucker y Singh 1983).

La incorporación del manejo de malezas a otras prácticas en los huertos también debe ser enfatizada en el futuro. Como advierte Day (1958), los métodos de control de malezas usados en huertos deben coordinarse con otros programas de manejo. Las malezas o los métodos de manejo de malezas, tales como la labranza, cobertura y aspersión modifican el suelo como medio para el crecimiento de los árboles. Entonces, los cambios en la estructura, la materia orgánica, penetración del agua, disponibilidad de nutrientes del suelo y un número ilimitado de otros factores, afectarán el crecimiento de los árboles y la producción de frutas (Kimball *et al.* 1950). Las malezas y su manejo también pueden cambiar las condiciones microclimáticas y ambiente para los patógenos e insectos (Knapp *et al.* 1982; Leyden 1965; Tucker y Singh, datos inéditos). Por otro lado, otras operaciones en los huertos, como el manejo del suelo y la irrigación tendrán un impacto directo o indirecto sobre la población de malezas. Por lo tanto, los métodos de control de malezas deben integrarse con otras medidas de manejo para asegurar un programa completo, apropiado al huerto de cítricos individual.

REFERENCIAS

- Achhireddy N.R. y M. Singh 1986. Toxicity, uptake, translocation, and metabolism of norflurazon in five citrus rootstocks. *Weed Science* 34:312-317.
- Anderson W.P. 1983. *Weed Science: Principles*. 2nd ed. West Publishing Co., St. Paul, EE.UU.
- Anonymous. 1993a. Controlling weeds with hot water. *Citrus Industry* 1993(1):41,70.
- Anonymous. 1993b. Weeds are in hot water. *Citrus & Vegetable Magazine* 1993(3):36.
- Barton K. 1993. A new age of weed control. *Citrus & Vegetable Magazine* 3:20-22.
- Bredell G.S. 1973. Response of citrus trees to plastic mulching. *Proceedings, International Society of Citriculture* pp 387-394.
- Cant R.R. 1978. Soil management in citrus orchards in south Australia. *Proceedings, International Society of Citriculture* pp 219-221.
- Castle W.S. y D.P.H. Tucker 1978. Susceptibility of citrus nursery trees to herbicides as influenced by rootstock and scion cultivars. *HortScience* 13:692-693.
- Day B.E. 1958. Weed control programs for citrus and avocado orchards. *California Citrograph* 44:44,60,61.
- Day B.E. y L.S. Jordan 1967. Noncultivation weed control in citrus. *Proceedings, XVII International Horticultural Congress* III:137-143.
- Day B.E. y L.S. Jordan 1969. A research program for adaptation of herbicides to citrus culture. *Proceedings, 1st International Citrus Symposium* 1:459-462.
- De Barreda D.G. 1977. Present status of weed control practices in Spain. *Proceedings, International Citrus Symposium* 1:158-161.
- De Barreda D.G. y A. Del Busto 1981. Evaluation of glyphosate for weed control in citrus orchards of Spain. *Proceedings, International Society of Citriculture* 2:487-489.
- Donadio L.C., J.R.M. Cabrita, A.R.S. Jose, y D.A. Banzatto 1988. Cultural practices for citrus orchard formation. *Proceedings, 6th International Citrus Congress* pp 615-619.
- Giudice V.L. 1981. Present status of citrus weed control in Italy. *Proceedings, International Society of Citriculture* 2:485-487.
- Goren R. y S.P. Monselise 1969. Studies on the utilization of herbicides in citrus orchards in Israel as related to efficiency. *Proceedings, 1st International Citrus*

- Symposium* 1:483-492.
- Habeck D.H. 1977. The potential of using insects for biological control of weeds in citrus. *Proceedings, International Society of Citriculture* 1:146-148.
- Hall D. y D.P.H. Tucker 1987. Prevention is the best strategy for combating goatweed. *Citrus Industry* 68:34-38.
- Hallberg G.R. 1988. Agricultural chemicals in ground water: extent and implications. *American Journal of Alternative Agriculture* 2:3-15.
- Herholdt J.A. 1969. Weed control in South African citrus orchards. *Proceedings, 1st International Citrus Symposium* 1:499-502.
- Jones W.W. y T.W. Embleton 1967. Soil management and cover crops. In: W. Reuther (Ed.). *The Citrus Industry*, Vol. 3. Univ. California, Berkeley, pp 98-121.
- Jordan L.S. 1978. Benefits and problems of herbicide use in citriculture. *Proceedings, International Society of Citriculture* 2:209-214.
- Jordan L.S. 1981. Weeds affect citrus growth, physiology, yield and fruit quality. *Proceedings, International Society of Citriculture* 2:481-483.
- Jordan L.S. y B.E. Day 1967. Weed control in citrus. En: W. Reuther (Ed.). *The Citrus Industry*, Vol. 3. Univ. of California, Berkeley, pp 82-97.
- Jordan L.S. y B.E. Day 1970. Weed control in citrus. *FAO International Conference on Weed Control* pp 128-142.
- Jordan L.S., B.E. Day, y R.C. Russell 1969. Herbicides in citrus trees and soils. *Proceedings, 1st International Citrus Symposium* 1:463-466.
- Jordan L.S. y R.C. Russell 1981. Weed management improves yield and quality of 'Valencia' oranges. *HortScience* 16:785.
- Jordan L.S., R.C. Russell, y D.L. Shaner 1977. Citrus weed control with herbicides. *Proceedings, International Society of Citriculture* 2:140-145.
- Kimball M.H., A. Wallace, y R.T. Mueller 1950. Changes in the soil and citrus root characteristics with non-tillage. *California Citrograph* 35:409, 432.
- Knapp J.L., T.R. Fasulo, D.P.H. Tucker, y L.R. Parsons 1982. The effects of different irrigation and weed management practices on mite populations in citrus grove. *Proceedings, Florida State Horticultural Society* 95:47-50.
- Lange A.H. 1970. Weed control methods, losses and costs due to weeds, and benefits of weed control in deciduous fruit and nut crops. *FAO International Conference on Weed Control* pp 143-162.
- Leyden R.F. 1965. Lower costs, warmer groves, chemical weed control. *Citrus and Vegetable Magazine and The Florida Farmer* 28:34, 37.
- Leyden R.F. 1969. Development of the herbicide program in Texas. *Proceedings, 1st International Citrus Symposium* 1:473-477.
- Leyden R.F. y P.W. Rohrbach 1963. Protection of citrus trees from cold damage. *Proceedings, American Society of Horticultural Science* 83:344-351.
- McLeod E.J. y S.L. Swezey 1980. *Survey of weed problems and management technologies*. Research leaflet. University of California Appropriate Technology Programs, Davis, California.
- Mersie W. y M. Singh 1989. Benefits and problems of chemical weed control in citrus. *Reviews of Weed Science* 4:59-70.
- Milella A. y P. Deidda 1973. Weed control studies on Clementine orchard in Sardinia. *Proceedings, International Society of Citriculture* pp 361-366.
- Miller P.C.H. y J.V. Stafford 1991. Herbicide application to targeted patches. *Proceedings, British Crop Protection Conference - Weeds* pp 1249-1256.
- Oohata J. T. 1969. Herbicides in Japanese citrus growing. *Proceedings, 1st International*

Citrus Symposium 1:493-497.

- Ryan G.F. 1967. Weed control in citrus with paraquat. *Proceedings, Southern Weed Conference* 20:134-142.
- Ryan G.F. 1969. The use of chemicals for weed control in Florida citrus. *Proceedings, 1st International Citrus Symposium* 1:467-472.
- Singh M. y N.R. Achhireddy 1984. Tolerance of citrus rootstocks to preemergence herbicides. *Journal of Environmental Horticulture* 2:73-76.
- Singh M. y D.P.H. Tucker 1983. Effect of reduced glyphosate rates, spray volumes and delivery systems on bermudagrass control in Florida citrus groves. *Proceedings, Florida State Horticultural Society* 96:34-37.
- Singh M. y D.P.H. Tucker 1984a. Glyphosate for chemical mowing in Florida citrus groves. *The Citrus Industry* 1984(6):56, 58-62.
- Singh M. y D.P.H. Tucker 1984b. Herbicide evaluation for weed control in Florida citrus nurseries and groves. *Proceedings, International Society of Citriculture* 1:181-185.
- Singh M. y D.P.H. Tucker 1985. Control of annual and perennial grasses with fluazifop-butyl in citrus. *Proceedings, British Crop Protection Conference - Weeds* pp 1039-1045.
- Singh M. y D.P.H. Tucker 1988. Herbicide effects on tree growth and weed populations in citrus. *Proceedings, Florida State Horticultural Society* 101:59-61.
- Singh M., D.P.H. Tucker y S.H. Futch 1990. Multiple applications of preemergence herbicide tank mixtures in young citrus groves. *Proceedings, Florida State Horticultural Society* 103:16-21.
- Singh M., D.P.H. Tucker y C.A. Lowery 1985. An evaluation of herbicides for weed control in young citrus grove. *Proceedings, Florida State Horticultural Society* 98:14-16.
- Skroch W.A. y J.M. Shribbs 1986. Orchard floor management: An overview. *HortScience* 21:390-394.
- Smith G. 1993. Another approach to weed control. *Citrus and Vegetable Magazine* 3:30,32.
- Suzuki K. 1981. Weeds in citrus orchards and control in Japan. *Proceedings, International Society of Citriculture* 2:489-492.
- Torrisi S. 1969. Development and use of herbicides in Sicilian citrus orchards as a means for nontillage weed control. *Proceedings, 1st International Citrus Symposium* 1:479-482.
- Tucker D.P.H. 1977. Glyphosate injury symptom expression in citrus. *HortScience* 12:498-500.
- Tucker D.P.H., D.D. Baird y R.L. Phillips 1977. Development of glyphosate as a herbicide for Florida citrus grove. *Proceedings, International Society of Citriculture* 1:148-152.
- Tucker D.P.H. y R.L. Phillips 1973. Perennial grass control in Florida citrus groves. *Proceedings, International Society of Citriculture* pp 337-340.
- Tucker D.P.H. y M. Singh 1983. Florida citrus weed management. In: J.L. Knapp (Ed.). *Florida Citrus Integrated Pest Management Handbook*. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Gainesville. pp XII-1-XII-30.
- Watson A.K. 1992. Biological and other alternative control measures. *Proceedings 1st International Weed Control Congress* pp 64-73.
- Yarrick B.E. 1946. Notes on non-tillage. *California Citrograph* 31:318.

MANEJO DE MALEZAS EN VIÑAS

P.G. Americanos

INTRODUCCION

El hombre ha usado las uvas como alimento desde épocas remotas y las ha cultivado desde hace miles de años. La uva se cultiva ahora en los cinco continentes, pero se concentra principalmente en las regiones templadas-cálidas y templadas. El área cultivada de vid a nivel mundial está alrededor de 8.5 millones de hectáreas en los últimos tres años, 1988-1990, de las cuales 2.1 millones de hectáreas se encuentran en países en desarrollo.

El problema de las malezas

Las malezas compiten con la vid por los nutrientes y la humedad del suelo, hospedan plagas y enfermedades e interfieren con las operaciones culturales, tales como la aplicación de plaguicidas, la cosecha y el secado de las uvas. La presencia de malezas es particularmente perjudicial para la vid bajo condiciones de secano, especialmente en áreas de clima semi-árido, donde las lluvias son casi siempre insuficientes. Algunas malezas, como *Cynodon dactylon* (L.) Pers., tienen un efecto que debilita la vid (Aguilhon *et al.* 1971), mientras que una infestación severa de *Convolvulus* spp. puede reducir hasta la mitad el rendimiento de la plantación (Juliard 1971). La competencia y, por ende, el daño a la vid varía con la población de malezas. Donde predominan especies de alto porte, que crecen hasta tarde en la primavera, tales como *Sinapis arvensis* L. y *Sonchus oleraceus* L. la competencia es más severa que donde las malezas principales son especies más pequeñas y de maduración temprana (Americanos 1978). En viñedos con irrigación la competencia de las malezas por la humedad es menos importante, pero sus otros efectos perjudiciales son tan serios como bajo condiciones de secano. En ambos casos, la vid recién plantada y de joven desarrollo sufren más la competencia de las malezas que las plantaciones más adultas. La erradicación completa de las malezas puede ser un propósito difícil y costoso, que puede aún ser indeseable en áreas de pendientes, propensas a la erosión, donde se encuentra la mayoría de los viñedos. Como es dudoso que labores de cultivo o los herbicidas por sí solos puedan ser totalmente satisfactorios, en todas las situaciones deberá adoptarse un programa de manejo de las malezas que tome en cuenta la población de las plantas indeseables en el viñedo, las características del suelo, la pendiente, las condiciones climáticas y del suelo al momento en que se pretende intervenir, el sistema de cultivo de la vid (distancia entre las hileras, poda de las cabeceras o emparrado) y la variedad de vid en caso de existir susceptibilidad varietal a los herbicidas.

CONTROL DE MALEZAS

Labores de cultivo

Las labores de cultivo en viñedos de bajos insumos se realizan con cultivadores con tracción animal y con cultivadores rotatorios, que son usualmente complementados con escardas manuales alrededor de los troncos de las plantas. Los viñedos sin irrigación

deben ser cultivados a principios de la primavera, tan pronto el suelo esté lo suficientemente seco para realizar las labores de eliminación de malezas, antes que éstas roben a la vid cantidades apreciables de humedad del suelo. También es usualmente necesaria otra labor de cultivo al final de la primavera para destruir el brote de malezas que emerja después de la primera labor de cultivo y para evitar el establecimiento de malezas de verano. En viñedos con irrigación, las labores de cultivo tienen que repetirse durante todo el período de crecimiento hasta la cosecha. Sin embargo, estas labores deberán evitarse próximas a la cosecha, especialmente con cultivadores rotatorios, para impedir que el polvo se deposite sobre las uvas.

Aunque las labores de cultivo brindan un control satisfactorio de las malezas, éstas poseen sus inconvenientes. Su efecto en la destrucción de malezas es sólo temporal, ya que poco después aparece un nuevo brote éstas. Más aún, rizomas, estolones, tubérculos y otras partes subterráneas de la planta son cortadas y diseminadas por cada labor en el viñedo, de modo que una infestación inicial localizada puede diseminarse por todo el campo. El momento de cultivar no siempre resulta apropiado, ya que el tiempo lluvioso y las condiciones de humedad del suelo, regularmente retrasan esta operación, lo que permite a las malezas crecer mucho a expensas de la vid. Otras de las desventajas de las labores de cultivo son los daños a los troncos y ramas, mayor riesgo de erosión del suelo, especialmente en terrenos ondulados y la creación de un suelo compactado por el arado cuando se cultivan suelos muy húmedos. La hipótesis de que la labranza por sí misma conserva la humedad no ha sido fundamentada por resultados de investigación (Veihmeyer 1927). Los primeros 10-20 cm de suelo se secan a través de la evaporación, sea cultivada o no. Debajo de esta profundidad la humedad es extraída por las raíces de las plantas y es mediante la destrucción de las malezas que las labores de cultivo ayudan a economizar el agua de los viñedos.

Donde exista suficiente energía, otros implementos de cultivo diferentes a la azada y al cultivador rotatorio, tales como arados, discos y rastras de varios tipos podrán ser utilizados. Cualquier método escogido no deberá dañar a la vid, a la vez que deberá eliminar las malezas y no provocar la erosión. Raras veces las labores de cultivo deberán exceder los 15 cm de profundidad del suelo.

Control químico

El uso de herbicidas puede adaptarse a las condiciones locales del suelo y a los complejos de malezas, lo que usualmente es independiente del estado del suelo al momento de su aplicación, aunque el estado del tiempo y el medio ambiente pueden afectar su eficacia. Los herbicidas se han usado con éxito en muchos países y regiones diferentes del mundo, como en Chipre, en un clima Mediterráneo (Americanos 1978), Francia (Barralis *et al.* 1971, 1975; Juliard y Huglin 1968), Italia (Cantele y Zanin 1983), Nueva Zelandia (Rahman y Burney 1980), Suiza (Neury 1985), Uruguay (Formento y Disegna 1981) y los EE.UU. (Dawson *et al.* 1967; Leonard y Lider 1961). Reducción de los rendimientos no se ha registrado cuando los herbicidas se han aplicado correctamente. El uso repetido o a largo plazo de herbicidas, durante 15-20 años en algunas áreas no ha tenido efectos adversos en el crecimiento y rendimiento de la vid (Juliard 1971; Neury 1985), pero esta práctica reduce la infiltración del agua en comparación con las labores de cultivo en viñedos con y sin irrigación, en áreas de California (Winkler *et al.* 1974). Schlesselman (1986) ha informado sobre la pobre

penetración del agua en suelo no cultivado, situación que conduce a la pérdida de agua por arrastre en viñedos sobre pendientes.

Existen herbicidas apropiados para su uso en viñedos, así como sus mezclas utilizadas para ampliar el espectro de acción sobre las malezas. En la Tabla 1 se muestran los compuestos y mezclas más comúnmente usados.

Las dosis bajas se usan en los suelos más ligeros, mientras que las altas son adecuadas para los suelos pesados. Los viñedos sobre suelos calizos, pedregosos, resultan poco seguros para ser tratados con herbicidas residuales, especialmente con triazinas, cuya actividad aumenta con el pH del suelo. Esta propiedad de las triazinas tiene que ser tomada en cuenta cuando se traten viñedos sobre suelos alcalinos, independientemente de su textura, por lo que sus dosis de uso se deben reducir en un 10-20%. También la dosis de cualquier herbicida a veces se puede reducir después de 2-3 años de usos y, ocasionalmente, la aplicación puede también omitirse sin que las malezas se conviertan en un problema (Americanos 1978).

Tabla 1. Herbicidas individuales y mezclas de herbicidas para viñedos.

Herbicida	dosis kg l.a./ha	
Compuestos individuales		
Atrazina	2-5	
Chlorthiamid	5-9	
Dichlobenil	5-9	
Diuron	2-5	
Methazole	2-4	
Napropamida	4-8	
Oxyfluorfen	1-1.5	
Simazina	2-5	
Mezclas de herbicidas		
Diuron + simazina	2-3	total
Napropamida + simazina	2-3	"
Propyzamida + simazina	2-3	"
Terbutrina + simazina	2-3	"
Terbutilazina + terbumeton	6-10	"
Terbutrina + terbutilazina	1-2	"
Terbutilazina + terbumeton + diuron	1.5-2.5	"

El control de malezas con herbicidas ha demostrado regularmente ser más económico que las labranzas (Americanos 1978; Meyer y Kieffer 1981). Además, no se han encontrado residuos de herbicidas en las uvas ni en su mosto, siempre aplicados a las dosis correctas.

A pesar de sus ventajas, los herbicidas no pueden verse como una respuesta a todos los problemas de malezas, sino como otro instrumento útil de manejo. No existe ningún herbicida que usado a dosis seguras para la vid pueda controlar todas las especies de malezas. Debido a esto, los herbicidas apropiados deben usarse en rotación y complementarse con el desyerbe manual para evitar el aumento de la incidencia de especies resistentes. La no consideración de este aspecto sólo conducirá a problemas como el ocurrido en Chipre, donde el uso repetido de simazina permitió a la especie resistente *Crepis aspera* L. infestar muchos viñedos, lo que provocó la práctica de medidas remediales (Americanos 1991). Aunque la simazina es un herbicida poco costoso, se deberá recordar que su efecto es débil contra varias especies, incluyendo malezas comunes, tales como *Solanum nigrum* L. y *Amaranthus* spp. (Rozier *et al.* 1983).

Las malezas perennes generalmente han demostrado ser resistentes a los herbicidas residuales recomendados para los viñedos. Sin embargo, *Convolvulus arvensis* L. y *C. betonicifolius* Mill fueron controladas en Chipre con una mezcla de terbutilazina + terbumeton, cuando se aplicó consecutivamente durante cuatro años en viñedos donde las condiciones del suelo permitían usar dosis efectivas (Americanos 1978). En Portugal (Oliveira 1976) y España (Toledo Panos *et al.* 1978) se han obtenido resultados similares. Varios herbicidas se pueden aplicar para el control post-emergente de *C. arvensis*. Tal vez los menos costosos sean 2,4-D y MCPA en forma de sal amina. La vid es más tolerante al MCPA que al 2,4-D, pero la solución de aspersión de ninguno de los dos herbicidas debe tocar el follaje del cultivo para evitar el riesgo de fitotoxicidad. Este riesgo es mayor en plantas con las cabeceras podadas que en la vid emparrada. Otros herbicidas efectivos contra *C. arvensis* en aplicaciones post-emergentes son acifluorfen-sódico, glifosato, methazole, oxadiazon y oxyfluorfen. En la aplicación de éstos han de tomarse las mismas precauciones que cuando se aplica MCPA. Las malezas gramíneas resistentes, *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense* (L.) Pers., se pueden controlar con los herbicidas selectivos fluazifop-p-butil, haloxyfop etoxietil, quizalofop y sethoxydim. Todos éstos son seguros para las vides, aún cuando sean aplicados al follaje.

Los herbicidas residuales pueden aplicarse sobre suelo descubierto al principio del invierno para prevenir la emergencia de las malezas o pueden aplicarse después de germinadas las malezas. En tal caso, estos compuestos se deben mezclar con paraquat o aminotriazole, los cuales destruyen las malezas en crecimiento.

Las labranzas y los herbicidas se pueden combinar productivamente en un programa a largo plazo de manejo de malezas en viñedos. De esta forma, los inconvenientes de cualquiera de los dos métodos pueden ser resueltos. Por ejemplo, los herbicidas pueden aplicarse durante algunos años para después cultivar el suelo y reducir las malezas resistentes, así como mejorar la penetración del agua.

REFERENCIAS

- Agulhon R., R. Gagne, J.J. Payan, J.P. Rosier y J.C. Laurent 1971. Difficultés rencontrées dans la lutte contre les plantes vivaces dans le vignoble du Midi de la France. 6^e Conférence du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA), pp 735-745.
- Americanos P.G. 1978. Chemical Weed Control in Vineyards. *Technical Bulletin* 25, Agricultural Research Institute, Chipre, 19 pp.
- Americanos P.G. 1991. *Crepis aspera* L. : A simazine-resistant weed in vineyards and its control *Miscellaneous Reports* 47, Agricultural Research Institute, Chipre, 5 pp.
- Barralis G., R. Chadoeuf, G. Riffiod, P. Gagnepain, J.P. Hamelin, R. Riboteau, R. Boidron, J.P. Couillalt, R. Cuisset y P. Mondovits 1971. Contribution à l'étude du désherbage des vignes en Bourgogne et Franche-Compte. 6^e Conférence du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA), pp 694-704.
- Barralis G., R. Boidron, J.P. Couillalt, R. Cuisset y G. Riffiod 1975. Essais de lutte contre les plantes vivaces dans les vignes de Bourgogne et Franche Comte. 8^e Conférence du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA), pp 869-878.
- Cantele A. y G. Zanin 1983. Résultats de six années de désherbage dans un vignoble de la Venetie. 12^e Conférence du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA), pp 281-291.
- Dawson J.H., W.J. Clore y V.F. Bruns 1967. Response of Concord grapes and weeds to six annual applications of monuron, diuron and simazine. *Washington Agricultural Experiment Station Bulletin* 680, 10 pp.
- Formento F.A. y E. Disegna 1981. Weed control in the cultivation of vines. In *4ta Reunion técnica, Diciembre, 1981, Montevideo, Uruguay*, pp 61-62.
- Julliard B. 1971. Reflexions après 15 ans de désherbage chimique et de non-culture de la vigne. 6^e Conférence du Comité Français de la Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA), pp 746-754.
- Julliard B. y P. Huglin 1968. Le désherbage chimique des vignobles. *Bulletin Technique d'Information* 235:939-956.
- Leonard O.A. y L.A. Lider 1961. Studies of monuron, diuron, simazine, and atrazine on weed control, grape quality and injury to vines. *American Journal of Enology and Viticulture* 12:69-80.
- Meyer E. y N. Kieffer 1981. Influence de dix années de non-culture sur le comportement de la vigne en Alsace. 11^e Conférence du Comité Français de Lutte contre les Mauvaises Herbes (COLUMA), pp 676-685.
- Neury G. 1985. Un bilan après 20 ans de désherbage chimique des vignes valaisannes. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture* 17:159-162.
- Oliveira C.M.M. de 1976. A study of the efficiency and phytotoxicity of Caragard Combi 50 in vineyards and its activity against *Convolvulus arvensis*. En *Proceedings, II simposio Nacional de Herbologia, Oeiras, 1976, Vol II*, pp 173-181.
- Rahman A. y B. Burney 1980. Tolerance of immature grapevines to herbicides. *Proceedings, 33rd New Zealand Weed and Pest Control Conference*, Hamilton, Nueva Zelandia, pp 119-121.
- Rozier J.P., G. Rouas y C. Vernet 1983. Les causeries techniques du 7^e SITEVI. Les conditions actuelles du désherbage de la vigne (produits, techniques, matériel). *Progres Agricole et Viticole* 100:638-640.
- Schlesselman J.T., A.H. Lange y R. Vargas 1986. Nontillage impacts on trees and vines

- in California. *Proceedings, 38th Annual California Weed Conference*. El Macero, California, pp 173-178.
- Toledo Panos J., J.P. Hernandez Esteruelas y P. Ramos Millan 1978. Técnica herbicida en vinya. *Proceedings of the Mediterranean Herbicide Symposium Madrid, España*, pp.175-188.
- Veihmeyer F.J. 1927. Some factors affecting irrigation of deciduous orchards. *Hilgardia* 2:125-291.
- Winkler A.J., J.A. Cook, W.M. Kliever y L.A. Lider 1974. *General Viticulture* University of California Press, Berkeley, 710 pp.

CAPITULO 17

MANEJO DE MALEZAS EN OLEAGINOSAS Y FIBRAS

MANEJO DE MALEZAS EN CULTIVOS OLEAGINOSOS

P.G. Americanos

INTRODUCCION

Los aceites y grasas vegetales comestibles constituyen, junto con los cereales y productos animales, uno de los grupos más importantes de alimentos indispensables al hombre. En la mayoría de los países se produce uno u otro cultivo oleaginoso.

El aceite se produce, tanto a partir de cultivos anuales, como de cultivos perennes. Los principales se relacionan abajo en orden decreciente, por áreas de plantas anuales y por cantidad producida por los cultivos perennes. Se ofrecen las cifras respectivas de 1990 para cada grupo (FAO). En otras partes del presente libro se analizan maíz y soya, por lo tanto, en el presente capítulo se tratarán los restantes cultivos.

Anuales: Maíz, *Zea mays* L. 129 millones de ha
Soya, *Glycine max* (L.) Merrill 56 millones de ha
Cacahuete, (maní), *Arachis hypogaea* L. 20 millones de ha
Colza, *Brassica napus* L. y *B. campestris* L. 17 millones de ha
Girasol, *Helianthus annuus* L. 16 millones de ha
Sésamo, *Sesamum indicum* L. 6 millones de ha
Cártamo, *Carthamus tinctorius* L. 1.3 millones de ha

Perennes: Palma de aceite, *Elaeis guineensis* Jack 11 millones toneladas de aceite.
Cocotero, *Cocos nucifera* L. 5 millones toneladas de almendra de coco
Olivos, *Olea europaea* L. 1.8 millones toneladas de aceite.

El problema de la malezas

Los cultivos oleaginosos, al igual que todas las plantas cultivables, sufren de la presencia de las malezas, cuya competencia con el cultivo por la humedad, los nutrientes y el espacio, puede ser a veces desastroso. Los cultivos anuales y los árboles jóvenes son más sensibles a la competencia de las malezas que los árboles maduros. La competencia de las malezas es mayor a una edad temprana del cultivo, por lo que las medidas de control tienen que estar dirigidas a mantener condiciones aceptables de desyerbe hasta que el cultivo sea capaz de competir efectivamente con las plantas indeseables.

No se debe subestimar el papel de las malezas como hospederos alternativos de plagas y enfermedades de cultivos, así como su interferencia con las labores culturales, que resultan en costos de producción más altos. Debido a la amplia distribución geográfica de los cultivos oleaginosos, no es práctico relacionar las malezas por orden de importancia, ya que éstas difieren de una región a otra. No obstante, muchas de las más dañinas del mundo, en la zona entre 30° al norte y sur del Ecuador, infestan la mayoría de los cultivos oleaginosos, como son *Cyperus rotundus* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Sorghum halepense* (L.) Pers. e *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel (Holm 1969)

Métodos de control de malezas

Las malezas se pueden mantener bajo control por distintas vías, entre ellas métodos

culturales, físicos y químicos. Los métodos culturales incluyen la rotación de cultivos, la preparación del terreno, los cultivos de relevo y el asocio de cultivos.

Rotación de cultivos. Una cuidadosa selección de la frecuencia de cultivos puede contribuir mucho a reducir los problemas de malezas antes de la siembra de un cultivo. La rotación debe incluir cultivos que dejen el campo bastante libre de malezas, tales como la papa, o aquellas que suprimen las malezas eficazmente, por ejemplo la patata dulce, maíz y sorgo sembrados densamente, y leguminosas de crecimiento rápido, tales como el frijól mungo.

Preparación del terreno. Los buenos métodos de preparación del terreno tienen que ser escogidos de acuerdo con las especies de malezas predominantes en el campo. Las malezas anuales se controlan mediante repetidas y poco profundas labranzas. Las malezas perennes dotadas de estolones, rizomas y otros propágulos subterráneos requieren labranza profunda para extraer estos órganos sobre la superficie del suelo y exponerlos a la desecación por el sol y el viento. Los pases de rastra cortan estos propágulos en pequeños fragmentos y facilitan más aún su desecación.

Donde el régimen de lluvias es adecuado y el suelo apropiado, se puede sembrar directamente dentro del cultivo anterior sin movimiento alguno del suelo. Esto tiene la ventaja de dejar las semillas de las malezas enterradas bajo la superficie del suelo, lo que dificulta su germinación.

Asocio de cultivos. El asocio de cultivos oleaginosos se practica ampliamente en los trópicos en las plantaciones de palma de aceite y cocotero, sobre todo cuando los árboles son jóvenes. Entre los surcos de los árboles se siembra una variedad de cultivos que ayudan a inhibir las malezas, bien directamente a través de la competencia, o indirectamente a través de las labores de desyerbe que se aplican. Cuando se trata de cultivos oleaginosos anuales, el asocio incluye principalmente al maíz, el cual es a veces cultivado junto a papa, frijol mungo, y otros, aunque a veces el girasol es asociado con hortalizas.

Métodos físicos. Las labores de cultivo son las más comunes, mientras que a veces también se usan el corte con machete, la quema y el acolchado.

La quema de la vegetación existente se practica usualmente en campos donde la tierra ha sido desbrozada previamente a su preparación con vistas al establecimiento de una plantación de palma de aceite o de cocoteros. La quema destruye no solamente las malezas en crecimiento y sus restos, sino también sus semillas que permanecen sobre o cerca de la superficie del suelo.

El corte es una práctica común en cultivos tropicales perennes, tales como la palma de aceite y el cocotero, que se logra al utilizar machetes u otras herramientas simples. Las malezas así cortadas se dejan en el campo para que sirvan como acolchado y así evitar mayor germinación y crecimiento de las malezas. Otra vía es sacarlas del terreno para que los animales la ingieran. El corte de malezas no puede utilizarse en cultivos anuales.

La labranza es el método más común de destrucción de malezas. En áreas con energía disponible las labores de cultivos pueden hacerse rápidamente por vía mecanizada, de lo contrario se utiliza la tracción animal o la limpieza a mano con azada. En cultivos en surcos el laboreo puede hacerse solo en los espacios entre surcos, pero sin afectar las malezas que crecen en los surcos del cultivo, las que deben ser eliminadas manualmente. Las labranzas entre surcos deben realizarse con gran cuidado para evitar daños al cultivo.

El acolchado, que comprende la cobertura del suelo con diversos materiales, como restos de cosechas, paja o láminas plásticas, sólo es económico cuando tales materiales son fácilmente disponibles y resultan poco costosos. La paja del arroz, tallos de maíz y cáscaras de cacahuets están entre los restos de cultivos apropiados. El acolchado con láminas plásticas es generalmente muy costoso para ser usado en cultivos oleaginosos.

Control químico de malezas. Los herbicidas ofrecen una herramienta adicional al agricultor en la batalla contra las malezas. Existen herbicidas selectivos disponibles para la mayoría de los cultivos oleaginosos, hecho de particular valor para los cultivos de siembra directa, donde no existen otros medios de control de malezas en etapas tempranas. Sin embargo, los herbicidas tienen sus limitaciones, ya que ninguno logra controlar todas las especies de malezas. El agricultor tiene que conocer las especies predominantes en el campo a fin de hacer la selección correcta del herbicida. Los herbicidas son útiles, pero deben ser vistos simplemente como otro medio de control en un programa integrado de manejo de malezas. Los párrafos que siguen tratan brevemente sobre el control de malezas en cultivos específicos.

COCOTERO Y PALMA DE ACEITE

Estos dos cultivos de plantación se desarrollan en una zona que se extiende, aproximadamente al 15° al norte y sur del Ecuador, donde hay abundante calor y lluvia anual de más de 1200 mm. Este clima uniforme y la humedad abundante también favorecen el crecimiento de muchas malezas. Muchas gramíneas, ciperáceas y malezas de hoja ancha, incluso helechos, pueden encontrarse en plantaciones de cocoteros y palma de aceite. Entre las malezas más comunes están *Paspalum conjugatum* Berg., *Ottocloa nodosa* (Kunth) Dandy, *Ischaemum muticum* L., *Cyperus* spp., *Scleria* spp., *Gleichenia linearis* (Burm.) Clarke, *Eupatorium odoratum* L., *Mikania micrantha* H.B.K., y *Mimosa pudica* L. Los efectos competitivos de las malezas son particularmente críticos durante las etapas tempranas del cultivo. El control de malezas, especialmente cuando se combina con la aplicación de fertilizantes, puede aumentar muchas veces la producción de coco (Martín 1984). Las prácticas recomendadas para el manejo de malezas incluyen el desarrollo de cultivos de cobertura, tales como *Calapogonium*, *Centrosema* o *Pueraria* spp., en asocio con cultivos de sombra, tales como café y cacao, pastoreo con animales o el acolchado con hojas o cáscaras del cocotero, o malezas segadas (Gunathilake 1985). En regiones más húmedas, las plantaciones adultas pueden ser asociadas con arroz, maíz, malanga (*Colocasia esculenta*) y casava (Martín 1984). Debido al exceso de lluvia en las zonas productoras de cocotero y la palma de aceite, la labranza no es generalmente recomendada o practicada. Un método común de manejo de malezas es la siega, la cual mientras detiene el crecimiento de la maleza, también protege al suelo contra la erosión.

La Tabla 1 muestra los herbicidas que pueden usarse en los cultivos de estas plantaciones.

Tabla 1. Herbicidas de uso en las plantaciones de cocotero y palmas de aceite

Herbicida	Dosis i.a. o e.a./ha	Momento de aplicacion
Diuron	2-3 kg	Pre
Glifosato	1.5-3.0 kg	Post
Imazapyr	0.38-0.56 kg	Post
Metsulfuron-metil*	10-30 g	Pre, Post
Paraquat	hasta 600 g	Post
Paraquat-diuron	hasta 2 kg	Post
2,4-D	1-1.5 kg	Post

* Este también tiene un efecto útil en especies de arbusto o matorral (Ackerson y Davis 1987).

En el mantenimiento de ruedos libres de maleza de plantas de palma de aceite establecidas, la escarda alternada con herbicidas fue considerablemente más efectiva económicamente que la escarda manual sólo (Hornus *et al.* 1990).

La aplicación de herbicidas tiene que hacerse con cuidado para evitar daños al follaje.

OLIVOS

El olivo constituye un cultivo importante en la zona del Mediterráneo, donde ha sido cultivado durante milenios. Gran parte de este cultivo crece sin irrigación, dependiendo sólo de la lluvia. Muchos olivares modernos tienen instalados sistemas de irrigación. En plantaciones de secano, una labor de labranza al final del período lluvioso, al principio de la primavera, es usualmente suficiente para el control de las malezas, pero los olivares con irrigación requieren labranza más frecuente. El mantenimiento del suelo limpio durante la cosecha aumenta la eficiencia del trabajo en la recolección.

El control de malezas es también factible con herbicidas (ver Tabla 2), varios de las cuales han demostrado ser seguros en los países del Mediterráneo (Fernández y Velasco 1978; Arenstein 1980; Americanos 1991).

Para el control de las malezas gramíneas resistentes como *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense* se pueden usar varios herbicidas específicos, como fluazifop-p-butil, haloxyfop-ethoxietil, propaquizafop, quizalofop, sethoxydim y otros.

Tabla 2. Herbicidas para olivos

Herbicidas	Dosis, kg i.a./ha	Momento de Aplicacion
Diuron + simazina	1.0-1.24 + 0.48-0.6	Pre, post temprano
Napropamida	4.5-6.7	Pre
Napropamida + simazina	1.5-2.0 + 0.75-1.0	Pre
Oxyfluorfen	1.5-2.25	Pre, post
Propyzamida + simazina	0.9-1.2 + 0.75-1.0	Pre
Terbutrina+ simazina	0.75-1.0 + 0.75-1.0	Pre
Diquat + paraquat	0.2 + 0.2	Post

CACAHUETE (MANI)

El cacahuete o maní es una planta anual de estación cálida, cultivada en todas las regiones tropicales y subtropicales de Africa, América y Asia, también en menor escala, en otras regiones de veranos cálidos. Se siembra tanto como cultivo de secano como de irrigación. Los mayores productores de cacahuete son India, Nigeria y Estados Unidos.

El cultivo es altamente sensible a la competencia de las malezas, las que pueden ocasionar reducciones de la producción de hasta 70% (Drennan y Jennings 1977). Parece existir un período crítico de competencia con las malezas de 4-6 semanas después de la siembra (Carson 1976). Al cultivarse en hileras, el cacahuete ofrece fácil acceso a la escarda manual y mecanizada, así como a otras formas de cultivo para la destrucción de malezas. Sin embargo, debido a los hábitos de la planta la labranza no se puede realizar con seguridad una vez que se han fijado al suelo las raíces aéreas, entonces las malezas de germinación tardía deberán ser desyerbadas manualmente o destruidas químicamente.

Varios herbicidas han sido aprobados para ser usados en cacahuete. Sin embargo, debido a su largo período de crecimiento y a su poca habilidad competitiva, el cultivo requiere usualmente más de una aplicación de herbicida. Por ejemplo, un tratamiento de pre-siembra o pre-emergente, seguido algunas semanas después por un tratamiento post-emergente. En la Tabla 3 se muestran los herbicidas más apropiados para este cultivo.

SESAMO

Originario del Africa Tropical, el sésamo requiere de temperaturas superiores a 20°C para germinar. Por lo tanto, se produce como un cultivo de verano, casi siempre sin irrigación. En áreas sin lluvias de verano, por ejemplo en el Cercano Oriente, los rendimientos no son altos y la competencia de las malezas puede resultar fatal para el cultivo. A veces en la siembra al voleo no es posible practicar el desyerbe mecánico, siendo la escarda manual la única alternativa. India, Sudán y China son los principales

productores. Algunos herbicidas son apropiados para el sésamo. Estos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Herbicidas para cacahuete y sésamo.

Herbicida	Dosis kg i.a. o e.a./ha	Momento de Aplicacion	
Acifluorfen-Na	0.75-1.0	Pre	Cacahuete
Alachlor	2.0-3.0	PPI	Sesamo
"	"	Pre	Cacahuete, sesamo
Bentazon	0.75-1.25	Post	Cacahuete
Chloramben	2.0-4.0	Pre	Cacahuete
Cyanazina + linuron	0.6-0.8 + 0.9-1.2	Pre	Cacahuete
Dimitramina	0.33-0.66	PPI	Cacahuete
Difenamida	4.0-5.0	Pre	Cacahuete
Diuron	0.6-1.0	Pre	Sesamo
Fluchloralin	0.7-1.0	PPI	Sesamo
Imazethapyr	0.13-0.30	Post	Cacahuete
Linuron	0.75-1.0	Pre	Sesamo
Metolachlor	1.5-3.0	PPI	Cacahuete
Oxadiazon	2.0-3.0	Pre	Cacahuete
Oxyfluorfen	0.45-0.6	Pre	Cacahuete
Pendimetalin	1.0-2.0	Pre	Cacahuete, sesamo
Prometrina	1.0-2.0	Pre	Sesamo
Propyzamida	1.5-2.0	Pre	Cacahuete
Piridate	0.9-1.35	Post	Cacahuete
Terbutrina	1.5-2.0	Pre	Cacahuete

COLZA

La colza tiene una distribución más al norte que los demás cultivos oleaginosos, siendo el norte de Europa y Canadá los mayores productores. Poco más de la mitad del área de colza sembrada en el mundo pertenece a los países desarrollados y el resto a aquéllos en desarrollo.

La competencia de las malezas con la colza puede reducir los rendimientos hasta un 50% (Adamczewski 1987). La competencia es más severa durante las etapas tempranas del cultivo. Posteriormente, el cultivo, que es una planta bastante grande y bien ramificada (60-180 cm), tiende a competir con la mayoría de las malezas. Como en otras siembras en hileras, el acceso es fácil para la escarda manual y mecánica, pero al crecer el cultivo, puede ser dañado con el pase de los aperos de labranza.

El control químico de malezas es también posible en la colza, pero son pocos los herbicidas registrados con este propósito. Estos aparecen descritos en la Tabla 4.

Tabla 4. Herbicidas para colza

Herbicida	Dosis kg a.i./ha	Momento de Aplicación
Alachlor	1.0-1.5	Pre
Benazolin+ clopyralid	0.25 + 0.08	Post
Metazachlor	1.25-1.75	Pre, Post (sólo 1.25 kg)
Metolachlor	1.5-2.5	Pre
Napropamida	1.0-2.5	Pre
Propyzamida	0.5-2.0	Post

Metazachlor es el herbicida más utilizado en colza y también puede ser aplicado a 1.0 kg i.a./ha en el estadio de cotiledón del cultivo.

GIRASOL

El girasol es una especie extremadamente adaptable, que puede crecer exitosamente en los trópicos y a una latitud de 50° N. Rusia y Ucrania son los mayores productores en el mundo, seguidos de Argentina, India, España y Francia. El girasol madura entre 70 y 120 días de sembrado, por lo que requiere condiciones razonablemente secas durante la floración y maduración. Las malezas toman ventaja de no desyerbarse y pueden reducir los rendimientos en 50% o más (Jayakumar *et al.* 1988). En los países en desarrollo la escarda es el método más común en el manejo de las malezas. Usualmente se realizan dos desyerbes a los 20 - 40 días de la siembra. También es posible el control químico de las malezas con herbicidas que pueden usarse solos o combinados con la escarda. De este modo los herbicidas de presiembra incorporada (PPI) pueden ser complementada con una escarda manual algunas semanas después de la siembra a fin de eliminar las malezas no afectadas por el herbicida.

Debe notarse que en el girasol el control de malezas con herbicidas no siempre es superior al control mecánico o al control manual.

Tabla 5. Herbicidas para el girasol

Herbícida	Dosis kg l.a./ha	Momento de Aplicación
Alachlor	1.75-2.5	Pre
Butachlor	1.0-1.5	PPI
Chloramben	2.0-3.0	Pre
Dinitramine	0.33-0.66	PPI
Fluchloralin	0.75-1.25	PPI
Flurochloridone	0.3-1.1	Pre
Flurtamone	0.6-0.8	PPI
Linuron	0.75-1.5	Pre
Metolachlor	1.75-2.5	Pre
Pendimetalin	0.75-1.5	PPI, Pre
Profluralin	0.5-1.0	PPI
Prometrina	1.0-1.6	Pre
Trifluralin	0.5-1.0	PPI

CARTAMO

Desde tiempos ancestrales el cártamo era cultivado a fin de obtener el colorante de sus pétalos amarillos y no fue hasta después de la segunda guerra mundial, que el interés se centró en su contenido de aceite. Es un cultivo de los trópicos más secos y las áreas sub-tropicales y mediterráneas, con al menos 400 mm de lluvia anual, pero con irrigación suplementaria puede sembrarse en áreas más secas. Una o dos escardas con azadón son suficientes para el manejo satisfactorio de las malezas. Las operaciones de cultivo son también posibles cuando éste es sembrado en hileras o surcos. El control químico de las malezas puede lograrse con los herbicidas mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6. Herbicidas para cártamo

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Momento de aplicación
Chlorpropham	3.0-6.0	PPI
Chlorpropham + trifluralin	2.0-3.0 + 0.5-0.75	PPI
Desmedipham	0.5	Post
Imazethabenz-metil	0.35-0.5	Post
Profluralin	0.5-1.5	PPI
Propham	3.0-4.0	PPI, Pre
Trifluralin	0.5-1.5	PPI

Graminicidas

Se puede lograr el control selectivo de las malezas gramíneas en todos los cultivos descritos en el presente capítulo con alguno de los siguientes graminicidas: alloxidim-sodio, chlorazifop, clethodim, fenoxaprop, fluazifop-p-butil, haloxyfop-etoxietil, propaquizafop, quizalofop y sethoxydim. Las dosis varían de acuerdo a las malezas objeto de control, por lo que se deben seguir las instrucciones de las etiquetas. Generalmente las gramíneas anuales requieren dosis menores que las especies perennes. La adición de coadyuvantes apropiados permite el uso de dosis bajas de estos costosos productos.

REFERENCIAS

- Ackerson R.C. y L.A. Davis 1987. Metsulfuron-methyl - new herbicide for use in rice and plantation crops. *Proceedings, 11th Asian Pacific Weed Science Society Conference* 1:137-143.
- Adamczewski K. 1987. Competition effect of some weed species on the yield of winter oilseed rape. *Proceedings, International Rapeseed Congress* No.7, p 200.
- Americanos P.G. 1991. Chemical Control of Weeds in Olive Groves. *Technical Bulletin* 133, Agricultural Research Institute, Nicosia, 6 pp.
- Arenstein Z. 1980. The control of annual weeds in young and mature orchards by means of terbutryn and terbutryn/simazine mixtures. *Proceedings of the 1980 British Crop Protection Conference-Weeds*, pp 159-163.
- Carson A.G. 1976. Weed competition and control in groundnuts. *Ghana Journal of Agricultural Science* 9:169-173.
- Drennan D.S.H. y E.A. Jennings 1977. Weed competition in irrigated cotton (*Gossypium barbadense* L.) and groundnut (*Arachis hypogea* L.) in the Sudan Gezira. *Weed Research* 17:3-9.
- FAO 1990. *FAO Production Yearbook, 1990* 44.
- Fernandez P.J.M. y R.A. Velasco 1978. Herbicides in the olive groves of Cordoba province. *Proceedings of the Mediterranean Herbicide Symposium* pp 286-296.

- Gunathilake H.A.J. 1985. Weed control in coconut lands. *Planter* 61:531-537.
- Hai T.C. 1985. MRPC survey on herbicide usage on plantation crops. *Planter* 61:473-476.
- Holm LeRoy 1969. Weed problems in developing countries. *Weed Science* 17:113-118.
- Hornus P., E. Nguimjen, M. Konotu y E. Kamga 1990. Chemical upkeep of oil-palm circles - herbicide trials : glyphosate/gluphosinate. 2 - Economic interest and strategy of application. *Oleagineux* 45:115-116.
- Jayakumar R., M. Premsekar, N. Kempuchetty y S. Subramanian 1988. Effect of integrated weed management on yield and quality of sunflower. *Madras Agricultural Journal* 75:85-88.
- Martin M.P.L.D. 1984. Coconut agronomic and breeding research in Fiji. *Fiji Agricultural Journal* 46:1-7.

MANEJO DE MALEZAS EN ALGODON

N.E. de M. Beltrao

INTRODUCCION

A nivel mundial se siembran más de 30 millones de ha de algodón (*Gossypium* spp.), principalmente de las especies *G. hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch y *G. barbadense* L.. Sus fibras constituyen un material excelente para la fabricación de ropa y sus sub-productos incluyen aceite y tortas para uso industrial, para la nutrición humana y animal.

El algodón cultivado en áreas de secano temporal representa el 90% de la producción mundial y tiene una productividad potencial de hasta 17 t/ha (Hearn 1976); sin embargo, la productividad real en el campo es de alrededor de 8.9 t/ha bajo condiciones de irrigación (Arnold 1971) y el rendimiento promedio mundial es de menos de 1 t/ha (Cavalcante *et al.* 1991).

El algodón es una planta C3, con altas tasas de fotorespiración (Hesketh 1967) y una pobre translocación de los asimilados foliares al resto de los órganos de la planta (Ashley 1972). La planta tiene una arquitectura foliar plana, con un coeficiente de extinción de luminosidad bajo, cercano a uno, por lo que su eficiencia de utilización de luz es baja y la producción de estructuras reproductivas es alta (Guinn 1982).

El problema de las malezas

El algodón es muy susceptible a la competencia de las malezas y casi el 30% de la producción mundial se pierde debido a sus efectos adversos. Si el cultivo no se desyerba regularmente las pérdidas pueden alcanzar hasta un 90% (Beltrao *et al.* 1974).

Para obtener altos rendimientos de algodón de alta calidad es necesario mantener el cultivo libre de malezas durante los primeros 14-60 días después de su brotación (Chaves 1972; Blanco y Oliveira 1976; Beltrao *et al.* 1978; Buchanan *et al.* 1980; Mascarenhas 1982; Moraes *et al.* 1984).

En el caso de ciertas malezas, como *Cenchrus echinatus* L. y *Bidens pilosa* L. el cultivo se debe mantenerse libre de malezas hasta la cosecha, ya que estas indeseables tienden a reducir la calidad de la cosecha y generalmente aumentan los insumos necesarios para la cosecha.

El algodón inicialmente crece con lentitud y sus raíces se localizan cerca de la superficie del suelo durante los primeros 42 días de su ciclo, lo que reduce su capacidad de competir eficazmente con las malezas (Tabla 1).

CONTROL DE MALEZAS

El desyerbe manual se debe realizar a poca profundidad con el fin de no afectar el sistema radical del cultivo, así como dentro del período crítico de competencia de las malezas. Esto se debe a que el 90% de la raíces del algodón de irrigación o de secano está localizado en los primeros 15 cm del perfil de suelo (Freire y Alves 1976). Además,

si las plantas están distanciadas ampliamente dentro y entre los surcos, las raíces crecerán más cerca de la superficie del suelo, por lo que la labranza o el desyerbe manual se deben realizar a poca profundidad para evitar el daño mecánico a las raíces.

Tabla 1. Distribución de las raíces de algodón en el suelo (% de peso seco vegetal) (según De Magalhaes *et al.* 1962)

Edad del la planta (días)	Profundidad del suelo (cm)				
	0-3	3-6	6-10	10-15	15-20
42	6.3	4.9	35.8	33.9	19.1
61	6.9	22.1	32.2	23.9	14.9
81	4.8	20.8	31.4	30.4	12.6

Prevención

Los equipos y aperos de labranza agrícolas se deben limpiar cuidadosamente y sólo se debe sembrar semilla del cultivo libre de malezas. El estiércol animal se debe fermentar completamente para evitar la introducción de semillas u otros propágulos de malezas y se debe evitar el movimiento de animales desde áreas infestadas hacia las no afectadas. Los canales de irrigación y las áreas no cultivadas se deben mantener libres de malezas.

Preparación del terreno

La preparación del terreno se debe realizar cuidadosamente con el fin de mantener su bioestructura y reducir el nivel de infestación de las malezas. En condiciones tropicales el suelo se debe preparar cuando esté seco o ligeramente húmedo. El factor más importante para el éxito de la operación es el tipo de apero de labranza agrícola que se utilice. En la Tabla 2 se puede observar que los residuos vegetales procesados y pre-incorporados mediante pases de rastra, seguido del arado, preferiblemente con inversión del suelo, reduce marcadamente la infestación de malezas. Este procedimiento también ayuda a mejorar el ambiente del suelo, debido a una mejor conservación de la humedad y una reducción de la erosión del suelo.

Rotación e intercalado de cultivos

La rotación de cultivos reduce el nivel de infestación de ciertas especies de malezas y también previene los efectos adversos de varias plagas provenientes del suelo (Miller *et al.* 1977). Los mejores cultivos preedentes para algodón son maíz, sorgo intercalado con leguminosa (*Crotalaria* o cacahuete) y la higuera. Esta rotación puede ser anual o bienal y se debe realizar con una buena preparación del terreno, con una óptima densidad de semilla a fin de reducir la infestación de malezas.

Tabla 2. Efectos de cuatro métodos de preparación del terreno sobre el control de malezas en algodón (según Seguy *et al.* 1984).

Método	Número de malezas /m ²
Dos pases de rastra en suelo seco*	1989 (15 DDPT)
Arada de discos en suelo seco	152 (30 DDPT)
Proceso e incorporación de residuos vegetales, posterior arada de discos en suelo seco	68 (60 DDA)
Proceso e incorporación de residuos vegetales, posterior arada de discos en suelo húmedo	19 (30 DDA)

* Suelo de baja fertilidad natural y un nivel alto de infestación de malezas, preparado después de seis cosechas consecutivas.

DDPT - días después de la preparación del terreno

DDA - días después de la arada

Tabla 3. Influencia sobre el control de malezas de los métodos de cultivo de algodón y caupí solos o asociados.

Cultivo	Población plants/ha	Método de desyerbe	Peso fresco malezas g/m ² días después brotación	
			30	60
algodón	50,000	mecánico	1375	3192
caupí	100,000	mecánico	975	850
algodón	50,000	herbicida	258	2275
caupí	100,000	herbicida	150	358
algodón + caupí	50,000 de c/u	mecánico	1125	1450
algodón + caupí	50,000 de c/u	herbicida	70	397

El asocio es una forma útil de controlar las malezas y de mejorar la utilización del suelo mediante la producción complementaria de alimentos en los campos de algodón. El asocio del algodón con caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) reduce significativamente la población de malezas, especialmente cuando se combina esta práctica con el uso de herbicidas selectivos de pre-emergencia, como alachlor (1.6-2.0 kg i.a./ha) + cyanazina (1.0-1.2 kg i.a./ha) (Tabla 3). Existen dos formas de asociar algodón con caupí, donde ambas tienen sus ventajas y desventajas. Cuando se siembra el caupí entre todos los

surcos de algodón el control de las malezas es mejor, pero dificulta el control de plagas en el algodón. Este problema se resuelve cuando el caupí y el algodón se siembran en surcos alternos.

El control biológico a través del uso de gansos es otro método efectivo de reducir la incidencia adversa de malezas gramíneas y de *Cyperus* spp. (Mayton *et al.* 1945; Johnson 1960). De acuerdo a Miller *et al.* (1977), de 6-10 gansos/ha en etapas tempranas de las malezas, brinda un control satisfactorio antes de la brotación de las plantas de algodón.

Labores de cultivo mecánico

Las labores de cultivo mecánico constituyen el método de control de malezas más usado. Se debe evitar cualquier daño a las raíces de las plantas de algodón. Con este fin la profundidad de la labranza no debe ser de más de 3 cm (Passos 1977; Laca Buendia y Faria 1978).

Herbicidas

El control químico de las malezas es un método difícil para los pequeños agricultores, ya que se requiere conocimiento sobre los equipos de aplicación y su calibración. Tratamientos de herbicidas aplicados incorrectamente pueden reducir los rendimientos de los cultivos, además de crear problemas al ambiente. Sin embargo, para los agricultores capaces de utilizar los herbicidas, los principales compuestos se relacionan en la Tabla 4.

Además, siempre que existan especies de malezas problemáticas en las áreas de cultivo, como *Cyperus rotundus* L., es aconsejable el uso de herbicidas sistémicos efectivos. Glifosato (2.0-2.5 kg i.a./ha), aplicado en pre-siembra, cuando la maleza está en el estadio de 8-12 hojas, inmediatamente ante de la floración, brinda el mejor control de la maleza. En este caso, el algodón se siembra 3-5 días después de la aplicación del herbicida.

La integración de los métodos preventivo, cultural, mecánico y químico es la clave para lograr un exitoso control de las malezas en las áreas algodoneras.

Tabla 4. Herbicidas para control de malezas en algodón

Herbicida	Dosis kg l.a./ha	Trata- miento	Malezas objetivo	Comentarios
Diuron	1-2	Pre	Anuales	Aplicación en suelo húmedo antes de brotar las malezas. No usar en suelo arenoso o de bajo contenido de materia orgánica.
Alachlor	1.5-2.9	Pre	Anuales	No usar en suelos arenosos. Requiere de humedad en suelo para su mayor eficacia.
Pendimetalin	0.75-1.5	Pre o PPI	Anuales	PPI- aplicar después de que el suelo esté bien preparado.
Trifluralin	0.6-1.9	PPI	Grami- neas anuales	Se debe incorporar dentro de 8 horas de su aplicación.
Sethoxydim*	0.23-0.35	Post	Grami- neas	Se debe aplicar en la emergencia temprana de las malezas.
Alachlor + diuron	0.9- 1.3 + 1.2-1.6	Pre	Anuales	No se debe usar en suelos arenosos.
Alachlor + cyanazina	0.9-1.3 + 1.25-1.5	Pre	Anuales	No se debe usar en suelos arenosos.
Pendimetalin + diuron	1.25-1.75 + 1.2-1.6	Pre	Anuales	No se debe usar en suelos arenosos.
MSMA + diuron	1.1-1.4 + 1.2-1.6	Post dirigido	Anuales y perennes	La eficacia se incrementa con un tensoactivo no iónico. Lluvias dentro de 6 horas de la aplicación reducen la eficacia.

* otros graminicidas usados en algodón incluyen fluazifop-butil, quizalofop-etil y cycloxydim.

REFERENCIAS

- Arnold M.H. 1971. *Progress reports from Experiment Stations - 1971-71*. Uganda, Cotton Research Corporation.
- Ashley P.A. 1972. ^{13}C -Labeled photosynthate translocation and utilization in cotton plants. *Crop Science* 12:69-74.

- Beltrao N.E. de M., D.M.P. Azevedo y R.M. Lima 1978. *Competição entre plantas daninhas e o algodoeiro herbáceo (Gossypium hirsutum L. var. latifolium Hutch). nos Estados da Paraíba e Pernambuco*. Campina Grande, Paraíba, EMBRAPA-CNPq. 20pp. (EMBRAPA-CNPq. Boletim Técnico, 2).
- Blanco H.G. y D.A. Oliveira 1976. Contribuição para determinação do período de competição das plantas daninhas no cultura do algodão (*Gossypium hirsutum L.*) *O Biológico* 42:201-205.
- Buchanan G.A., J.E. Srefet y R.H. Crowley 1980. Influence of time of planting and distance from the cotton (*Gossypium hirsutum*) row of pitted morning-glory (*Ipomoea lacunosa*), prickly sida (*Sida spinosa*), and redroot pig-weed (*Amaranthus retroflexus*) on competitiveness with cotton. *Weed Science* 28:568-572.
- Campos F.F. y M.M. Disu 1972. Response of cotton to different duration of weed control (Variety Deltapine 16). *CLSU. Scientific Journal* 8:9-12.
- Cavalcante J.J., R.F. dos Santos and C.L.G. Duarte 1991. *Banco de dados de algodão*. Campina Grande PB, EMBRAPA-CNPq, 33 pp.
- Chaves R. 1972. *Competencia de malezas con el algodonero en dos regiones del Cesar (Colombia)*. Bogotá, Colombia, Federacion Nacional de Algodoneros. 19 pp.
- Cia E., R. Deuber, C.A.M. Ferraz, N.P. Sabino, C. Aranha, H.F. Leitao Filho, R. Forster y A.A. Veiga 1978. Competição de plantas daninhas com a cultura do algodoeiro. *Bragantia* 37:53-62.
- Freire E.C. y E.J. Alves 1976. Estudo do sistema radical do algodoeiro em diferentes espaçamentos. En: Freire E.C., L. da S. Souza, E.J. Alves. *Experimentação algodoeira nos Estados da Bahia e Sergipe*. 1971/1974. Salvador, BA: EMBRAPA - Representação do Estado da Bahia, pp 81-86. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 1).
- Guinn G. 1982. *Causes of square and boll shedding in cotton*. U.S. Department of Agriculture. (Technical Bulletin, 1672).
- Hearn A.B. 1976. Crop physiology. En Arnold M.H. *Agricultural research for development; the Namulonge contribution*. Londres, Cambridge University Press, pp 76-122.
- Hesketh, J. 1967. Enhancement of photosynthetic CO₂ assimilation in the absence of oxygen as dependent upon species and temperature. *Planta* 76:371-374.
- Johnson C. 1960. Management of weeder geese in commercial fields. *Californian Agriculture* 14:5.
- Laca Buendia J.P. de C. y E.A. Faria 1978. Tratos culturais do algodão; tecnologia de produção para o cotonicutor mineiro. *Informe Agropecuário* 4(41):22-37.
- Magalhães A.C., M.J.G. Fuzatto, I.L. Gridi-Papp y W. Schmidt 1962. Desenvolvimento do sistema radical do algodoeiro na camada arável do solo. *Bragantia* 21:21.
- Mascarenhas M.H.T. 1982. Competição de plantas daninhas com as culturas. *Informe Agropecuário* 8(87):26-32.
- Mayton E.L., E.U. Smith y D. King 1945. Nutgrass eradication studies. IV. Use of chickens and geese in the control of nutgrass (*Cyperus rotundus L.*). *Agronomy Journal* 37:785-789.
- Miller J.H., H.M. Kempen, K.M. El-Zik, D.W. Cudney, B.B. Fischer y P.E. Keeley 1977. *Weed control in cotton*. California, USA, Division of Agricultural Sciences, University of California. Leaflet 2991. 18 pp.
- Moraes J. de D., R.J.M. da Silva, W.P. Cerqueira, A. de M. Macedo y A.C. Santana 1984. *Período crítico de competição entre comunidades de plantas e o algodoeiro (Gossypium hirsutum L.) no Estado de Goiás*. Goiânia, Goiás, EMGOPA, 15 pp. (EMGOPA. Boletim de Pesquisa, 03).

- Passos S.M. de G. 1977. *Algodao*. Campinas, PS: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. pp 204-225.
- Seguy L., J. Kluthcouski, J.G. da Silva, F.N. Blumenschein y F.M. Dalloç Qua 1984. *Técnicas de preparo do solo. Efeitos na fertilidade no conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação da água* Goiania, GO, EMBRAPA/CNPAP, EMBRAPA-CNPAP, Circular Técnica, 17, 26 pp.

CAPITULO 18

MANEJO DE MALEZAS EN CULTIVOS INDUSTRIALES

MANEJO DE MALEZAS EN CAÑA DE AZÚCAR

J.C. Díaz y R. Labrada

INTRODUCCION

La caña de azúcar es esencialmente un cultivo industrial de altos insumos y los herbicidas selectivos son el principal medio de control de malezas. En muchos países productores de azúcar, además de grandes plantaciones, existen aún muchos pequeños agricultores que cultivan la caña de azúcar en áreas de 1 ha o menos. Algunos de estos productores venden su cosecha para producción de azúcar, pero otros la utilizan como forraje o para la producción local de ciertos productos dulces, como la llamada *panela* en Colombia, o la *raspadura* en algunas islas del Caribe.

La presente revisión trata principalmente sobre el manejo de malezas y el uso reducido de herbicidas en áreas pequeñas de caña de azúcar.

Flora de malezas

Muchas especies de malezas anuales y perennes, comunes en los cultivos, se encuentran en las plantaciones cañeras, tales como las gramíneas *Echinochloa colona* (L.) Link, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *D. ciliaris* (Retz.) Koel., *Brachiaria fasciculata* (Sw.) Blake, *B. platyphylla* (Griseb.) Nash; y las especies de hoja ancha (dicotiledóneas) *Portulaca oleracea* L., *Amaranthus* spp., *Bidens pilosa* L., *Ageratum conyzoides* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Chamaecybe* spp., *Cleome viscosa* L., *Sonchus oleraceus* L., *Phyllanthus* spp., entre otras. En cañas de retoño predominan otras especies, tales como *Panicum maximum* Jacq., *Paspalum* spp. e *Ipomoea* spp.

El uso de herbicidas generalmente cambia la composición de especies en estas plantaciones. *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Setaria* spp., *Oxalis* spp. y varias especies Cyperaceae como *Cyperus rotundus* L. y *Kyllinga* spp. son las malezas más comunes en áreas donde se usan herbicidas.

En el Africa sub-Sahariana las malezas hemiparásitas, *Striga hermonthica* (Del.) Benth. y *S. asiatica* (L.) Kuntze son especies predominantes en áreas cañeras.

Competencia de malezas

Como en otros cultivos, las malezas compiten con las plantas de caña de azúcar por agua, luz y nutrientes minerales, las que también pueden afectar el crecimiento de la caña de azúcar a través de exudados radicales y lixivados foliares alelopáticos.

Los resultados de varios experimentos realizados en diferentes partes del mundo demostraron claramente que la competencia de las malezas dentro de los primeros cuatro meses después de la plantación es muy dañina para los rendimientos de caña y de azúcar (Obien y Baltazar 1978). Así, el control de malezas debe iniciarse lo antes posible después de la plantación o de la cosecha. Desde el momento de emergencia de los tallos primarios, entre 3 y 4 labores de desyerbe con intervalos entre 3 y 4 semanas

como promedio, deben ser adecuadas para controlar las malezas durante el período crítico de su competencia con el cultivo (Lall 1977).

CONTROL DE MALEZAS

Preparación del terreno y rotación de cultivos

El programa de control de malezas debe tomar en consideración las malezas predominantes. En áreas cañeras, siempre que las especies principales sean *Rottboellia cochinchinensis*, *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon* y *Cyperus* spp., es recomendable un barbecho prolongado, incluyendo repetidas labranzas (Díaz y Naranjo 1978; Labrada 1990; Millhollon 1980; Moberly 1987).

Las aradas y pases de rastra se deben realizar de forma tal que los rizomas, estolones o tubérculos de las malezas perennes sean expuestos sobre la superficie del suelo para facilitar su desecación por la radiación solar y el viento.

Otro enfoque es usar un barbecho más corto y sembrar una leguminosa capaz de suprimir el crecimiento de las malezas. En el norte de la India se han obtenido buenos resultados con el uso de *Crotalaria juncea* L., *Sesbania aculeata* Poir., *Cyamopsis psoraloides* DC. y *Vigna catjang* (Burm.f.) Walp. (Mathur 1965).

En adición a las leguminosas antes mencionadas se ha visto que el boniato es un cultivo útil para inhibir malezas problemáticas como *Sorghum halepense*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Amaranthus* spp. y *Parthenium hysterophorus* L. (Labrada 1990).

La rotación con soya, caupí, girasol y cacahuete, en primavera-verano, antes de la plantación de la caña de azúcar en otoño, mantiene los campos relativamente libres de malezas (Pérez *et al.* 1992).

Cultivos asociados

Normalmente los pequeños agricultores tienden a asociar la caña de azúcar con ciertos cultivos anuales, lo cual reduce la infestación de malezas (Creach 1994). Generalmente se siembran cultivos anuales en surcos sencillos o dobles, entre surcos de la caña. Los cultivos más comunes para el asocio son frijoles, maíz, papa, soya y cacahuete. En Brasil, en caña de azúcar asociada con frijoles y con caupí, la infestación de malezas se redujo, mientras que la producción de pol y de azúcares reductores no fue afectada (Alonso Graciano y Victoria Filho 1990).

Distancia estrecha entre surcos

Una alta densidad del cultivo ayuda considerablemente a reducir las poblaciones de malezas. La disminución de las distancias entre surcos de caña de azúcar hasta 0.9-1 m de anchura reduce significativamente la infestación de malezas y el costo de las labores de control de malezas en alrededor del 50% en comparación con distancias tradicionales de 1.4-1.6 m (Díaz *et al.* 1989). En estas áreas de alta densidad el "cierre" del follaje del cultivo se alcanza a los 2-3 meses de la cosecha o 3-4 meses después de la plantación, con un incremento del 10-20% en el rendimiento de la caña. En regiones donde esta

distancia es práctica común sólo se requiere de una labor de desyerbe durante los primeros dos meses después de la plantación (Díaz *et al.* 1990; Irvine y Benda 1989; Stolf *et al.* 1987). Además, también es esencial una buena densidad del cultivo para alcanzar un mejor control de malezas en las plantaciones cañeras.

Acolchado o cobertura de residuos

En cañas de retoño, los acolchados o cubiertas inalteradas de paja o residuos de cosecha conservan la humedad, evitan la erosión del suelo y reducen significativamente la infestación de malezas (Calcino 1989; Díaz *et al.* 1989 1990; Hardy 1990; Meberly 1987).

Los rendimientos son comparables o mejores que los obtenidos con prácticas de desaporque, seguido de aplicación de herbicidas o 5 escardas (Matler y Saxena 1965). En Africa del Sur, en lugares donde se practica la quema de pre-cosecha, los agricultores también conservan la paja remanente después de la quema y lo usan como cobertura (Moberly 1987). No se recomienda el acolchado de paja sobre suelos pesados, de pobre drenaje, ya que el exceso de humedad reduce el crecimiento de la caña (Díaz *et al.* 1989 1990).

En Brasil se ha demostrado que la paja de caña libera varias sustancias alelopáticas que son fitotóxicas a muchas especies de malezas (Lorenzi *et al.* 1989), pero las especies de *Ipomoea* sobreviven.

Variedades de caña de azúcar

Las variedades de rápida germinación y profuso ahijamiento toman menor tiempo en "cerrar" los surcos y constituyen el mejor material de plantación para uso en pequeños predios. Estas variedades son altamente competitivas con las malezas y permiten al agricultor manejarlas con un mínimo de labores de control.

Desyerbe manual

Para agricultores pequeños, de limitados recursos, el desyerbe manual es un componente importante de las prácticas de manejo de malezas. Sin embargo, su eficacia está limitada por condiciones de alta humedad del suelo, y su disponibilidad por los crecientes costos de la mano de obra, y por lo tanto, debe ejecutarse bajo condiciones de suelo seco, y siempre que sea posible, en combinación con otros métodos o prácticas de control de malezas. El descepe de malezas perennes, como *Panicum maximum*, durante el período seco, es una práctica complementaria útil.

Control químico

Existen diversos herbicidas selectivos apropiados para su aplicación en caña de azúcar, pero su uso dependerá de los insumos disponibles a los agricultores. El herbicida de tipo hormonal 2,4-D se ha usado en los campos de caña de azúcar por más de 40 años. La sal amina y los ésteres de 2,4-D a 0.5-1.0 kg i.a./ha son las formulaciones más comúnmente usadas, con las que se controla la mayoría de las malezas anuales de hoja ancha, que compiten con la caña de azúcar. Se debe tener cuidado de evitar la deriva de la aspersión y vapores del 2,4-D, ya que estos pueden causar daños a los cultivos

vecinos (tomate, tabaco, pimiento, algodón, leguminosas y otros cultivos de hoja ancha). Cuando existen cultivos sensibles cerca es mejor usar la sal amina, que es menos volátil que los ésteres. Otras medidas que se pueden tomar son: aplicar el herbicida cuando no sople viento a una baja presión, si es posible usar una campana protectora acoplada a la boquilla.

Durante la preparación del terreno, las malezas perennes, tales como *Sorghum halepense* y *Cyperus rotundus* se pueden controlar con glifosato. En la Tabla 1 se muestran los principales herbicidas que se usan en caña de azúcar.

Tabla 1. Tratamientos de herbicidas aplicados en plantaciones de caña de azúcar.

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Trata- miento	Observaciones
ametrina	1.6-3.2	post	Para control de malezas anuales, aplicado de forma dirigida en variedades susceptibles.
asulam	2.8-4.0	post	Para control de gramíneas anuales y perennes (excepto <i>Panicum maximum</i>), sobre malezas a 20-25 cm de altura.
atrazina	2.4-4.0	pre	Control de anuales (excepto <i>Rottboellia cochinchinensis</i>).
dalapon	7.0-10.0	post	No selectivo en caña, usado dirigido contra malezas gramíneas, como <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Brachiaria mutica</i> .
diuron	2.4-4.0	pre	Control de anuales y en mezclas post con paraquat/MSMA
glifosato	2.0-3.6	post	No selectivo en caña, aplicado dirigido o en presiembra, principalmente para control de perennes.
hexazinona	0.5-1.0	pre	Control de anuales en retoño, usualmente mezclado
diuron			
metribuzin	1.5-2.5	pre	Para control de larga duración de malezas anuales.
MSMA	2.0-3-5	post	Aplicado dirigido, mezclado con diuron u otro herbicida anti-fotosintético, para control de amplio espectro, o solo, contra gramíneas y ciperaceas.
paraquat	0.3-0.4	post	No selectivo en caña, aplicado en mezclas como el último, para control de anuales, principalmente en pre-cierre.
pendimetalin	0.6-1.0	pre	Para control mejorado de <i>Rottboellia</i> y otras anuales, menudo en mezcla con diuron o atrazina.
picloram	0.5-2.0	post	Control de hojas anchas leñosas y resistentes a 2,4-D
simazina	2.4-4.0	pre	Como atrazina, mejor bajo irrigación.
tebuthiuron	0.8-1.6	pre	Control de malezas anuales.
terbumeton	2.4-4.0	pre	Control de anuales. También en mezclas post como diuron
trifluralin	1.0-2.0	PPI	Contra gramíneas anuales y algunas perennes (órganos deben fraccionarse). Tolerancia de caña varía con cv.

REFERENCIAS

- Alfonso Graciano P. y R. Victoria Filho 1990. Interferencia de plantas daninhas en areas de cana de acucar (*Saccharum* spp.) intercalada com os feijoes *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* L. Walp. *Memorias X Congreso ALAM*, Habana, vol. I:91.
- Calcino D. 1989. North Queensland trash blanketing continues to increase. *BSES Bull.* 26.
- Díaz J.C. y F. Naranjo 1978. Control de *Sorghum halepense* (L.) Pers. y otras malas hierbas con laboreo del suelo y herbicidas en caña de azúcar. *Ciencias de la Agricultura*, 5:109-124.
- Díaz J.C., J. Piñero, A.L. Cutiño, L. Pérez y E. Carrasco 1989. Cobertura de paja y distancias de plantación: factores fundamentales en el control de malezas. *Memorias X Congreso ALAM*, Habana, vol. I:87.
- Díaz J.C., M. Calzadilla y J.J. Díaz 1990. Situación actual y perspectivas del control integral de malezas en caña de azúcar. *Memorias X Congreso ALAM*, Habana, vol. I:29-45.
- Hardy G. 1990. An integrated approach to weed control management in the cuban sugar industry. *Memorias X Congreso ALAM*, Havana, vol. I:46-55.
- Irvine J.E. y G.T.A. Benda 1980. Sugarcane spacing. I. Historical and theoretical aspects. *Proceedings XVII Congr. ISSCT*, Manila, pp.350-356.
- Labrada R. 1990. Malezas de importancia en la agricultura cubana. *Memorias X Congreso ALAM*, Habana, vol. I:1-13.
- Lall M. 1977. Weed management can raise yields in sugarcane. *Indian Farming*, 26(12):25.
- Lorenzi H.J., M.O. Gandini y A.G. Gazon 1989. Trash blankets: the potential to control weeds and the effect on ratoon cane development. *Proceedings XX Congr. ISSCT*, Sao Paulo, pp. 571-6.
- Mathur P.S. 1965. Weed control in sugar cane in North India. *Technical Bulletin, Indian Institute of Sugarcane Research*, No. 2, 22 pp. Lucknow, India.
- Mathur P.S. y M.S. Saxena 1965. On the utility of trash mulch in sugarcane ratoons. *Indian Sugarcane Journal* 10(1):24-27.
- Millhollon R.W. 1980. Johnsongrass competition and control in succession planted sugarcane. *Proceeding XVII Congr. ISSCT*, Manila, pp.85-92.
- Meberly P. 1987. Integrated weed management. Informe del Taller, *Comité de Ciencia de Malezas del ISSCT*, Durban, pp. 17-21.
- Obien S.R. y A.M. Baltazar 1978. Weed control in sugarcane in the Philippines. En *Symposium Weed Control in Tropical Crops*, Manila, pp. 45-55.
- Pérez L., R. Labrada, F. Gonzalez-Tellez, F. La O, E. Paredes y J.C. Díaz 1992. Normas para la aplicación de herbicidas en soya, frijol y maní en rotación e intercalamiento de caña de azúcar. *Norma Interna MINAZ*, Habana, 6pp.
- Stolf R., V.L.F. Neto y P.H. de Cerqueira Luz 1987. Nueva metodología de mecanización de espaciamientos estrechos en caña de azúcar. *Revista Alcool e Acucar* 7(32):14-33.

MANEJO DE LAS MALEZAS EN LAS PLANTACIONES DE CAFETO

R.K. Nishimoto

INTRODUCCION

Esta información reseña el manejo de malezas en el cafeto y pone énfasis en aquellas prácticas que pueden ser útiles para una producción de bajos insumos.

El cafeto arábigo (*Coffea arabica* L.) se cultiva en las regiones montañosas tropicales, mientras que el cafeto robusta (*Coffea canenophora* L.) se cultiva en las tierras llanas tropicales. En su estado natural, el cafeto arábigo es una planta que crece bajo la sombra de árboles. Sin embargo, la mayoría del cafeto comercial se cultiva sin sombra y requiere de altos insumos, especialmente de fertilizante y agua. El uso de la sombra para la producción de café permite menores insumos, lo cual es económicamente viable, a pesar de producir menos por unidad de área.

Las malezas y sus efectos.

Las malezas son serios problemas en el cafeto, tanto en los viveros como en las plantaciones establecidas. Las especies de malezas más serias en el cafeto, a nivel mundial, son: *Cynodon dactylon* (L.C. Rich) Pers., *Cyperus rotundus* L., *Digitaria scalarum* (Schweinf.) Chiov., *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *major* (Nees) C.E. Hubb., especies de *Amaranthus*, *Bidens pilosa* L. y *Galinsoga parviflora* Cav.. Otras especies comunes en cafetales son: *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Richt., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., especies de *Paspalum*, *Pennisetum clandestinum* Hochst., *Portulaca oleracea* L., especies de *Commelina*, *Solanum nigrum* L. y *Ageratum conyzoides* L.

La reducción del crecimiento y rendimiento de café a causa de las malezas varía en dependencia de las especies presentes, etapa de desarrollo del cafeto y condiciones del ambiente, tales como las precipitaciones (Friesslenben *et al.* 1991). Aún en plantaciones establecidas, las pérdidas de producción por la falta de control de las malezas durante el período lluvioso estuvieron entre 35 y 39%, mientras que con un control parcial mediante siega, las pérdidas de rendimiento fueron de 16 y 27% (Pereira y Jones 1954a; Jones y Wallis 1963).

El efecto de las malezas en la producción de café fue más severo en el período seco (Friesslenben *et al.* 1991) cuando los rendimientos se redujeron hasta un 50% comparado con parcelas desyerbadas manualmente.

Además de la pérdida anual de rendimiento causada por las malezas, la producción de café declinó progresivamente con el aumento del número de ramas de cafeto que morían cuando la interferencia de las malezas se mantuvo por varios años (Pereira y Jones 1954a).

CONTROL DE MALEZAS

Los métodos de control de malezas incluyen la proyección de sombra, la escarda manual

y otras labores de cultivo con otros aperos, corte o siega, cultivos de cobertura, acolchado y el uso de herbicidas.

Métodos culturales y físicos

Sombra. Una cantidad significativa de cafeto se cultiva bajo árboles de sombra, tales como *Albizia*, *Inga*, *Erythrina*, *Casuarina*, *Leucaena* y *Glyricidia* (Mitchell 1985). La sombra reduce la producción de café y la respuesta al fertilizante (Mitchell 1985; Snoeck 1985). Así la sombra puede reducir las necesidades de fertilizantes. Los árboles leguminosos, que proyectan sombra, aportan nitrógeno al sistema, así como también otros nutrientes liberados por sus residuos. El costo del control de malezas se redujo entre un tercio y la mitad con la sombra del follaje de *Albizia* o *Casuarina*. Aquí los beneficios aumentaron en la medida en que elevó el nivel de sombra (De Silva y Tisdell 1990).

La sombra redujo el número de especies de malezas, pero *Commelina diffusa* Burm. resultó abundante (Goldberg y Kigel 1986). Los residuos y extractos de las especies *Commelinaceae* redujeron el crecimiento de otras malezas, como la *B. pilosa* (Ramos *et al.* 1983). Además, Waller *et al.* (1989) sugirieron que la escasez de malezas alrededor de muchas plantas de café se debía en parte a la lixiviación de la cafeína de la copa de las plantas y de los residuos del cafeto. Una mejor comprensión de este tema puede conducir a nuevas oportunidades para el manejo de las malezas.

Escarda manual y aperos mecánicos de cultivo. La azada manual y los aperos mecánicos, tales como la rastra de discos, el arado multi- surcos y el cultivador rotatorio se han usado efectivamente en el control de malezas en cafeto. Los mayores rendimientos de café se obtuvieron con el uso de la azada manual, probablemente debido a que el control de malezas fue más completo y el cultivo menos dañado. No hubo diferencia en el rendimiento de café entre los otros aperos mecánicos que se evaluaron (Pereira y Jones 1954a). Sin embargo, la labranza continuada por cualquier vía produjo efectos adversos, lo que incluyó una reducción del espacio de poros y de la velocidad de percolación del agua (Pereira y Jones 1954b). La erosión del suelo fue un problema serio donde se realizaron experimentos de labranza por períodos largos o donde los suelos quedaron expuestos con prácticas de control químico de las malezas (Pereira *et al.* 1964; Silveira *et al.* 1985). Mientras estos efectos son serios problemas a largo plazo, los beneficios por evitar la competencia de las malezas durante un período de cinco años compensaron bastante cualquier disminución del rendimiento causada por el efecto del desyerbe sobre la estructura del suelo (Pereira y Jones 1954b). Entre los aperos de labranza mecánica, el cultivador rotatorio aportó al suelo una mejor estructura al triturar mejor los terrones del suelo (Pereira y Jones 1954b; Pereira *et al.* 1964) y aportar un mejor tamaño de los agregados del suelo (Silveira y Kurachi 1985).

Corte. El corte, la siega y el pastoreo de ovejas son importantes prácticas culturales en el café. En áreas cafetaleras de África Oriental, las malezas fueron cortadas 0.8 veces anualmente (Roe y Whitaker 1985a), lo que modificó la composición de malezas con una mayor predominancia de gramíneas perennes, que causó más reducción de los rendimientos que el uso de leguminosas de cobertura (Bouharmon 1978) o áreas libres de malezas con el uso de la azada o mediante el cultivador rotatorio (Friessleben *et al.* 1991). A pesar de la reducción potencial de rendimiento, la vegetación cortada ofreció

considerable protección al suelo contra la erosión y mejoró su estructura comparado con áreas desyerbadas que dejaban la superficie del suelo descubierta. Es por esta razón que esta práctica se usa durante el período lluvioso.

Cultivos de cobertura. Se han realizado relativamente pocos estudios sobre cultivos de cobertura, pero en Camerún, una cobertura del suelo con *Leucaena glauca* Benth. cortada, aumentó ligeramente el rendimiento de café robusta comparado con el desyerbe que dejaba la superficie del suelo descubierta. *Pueraria javanica* Benth. y *Mimosa invisa* var. *inermis* Mart. fueron también cultivos de cobertura prometedores (Deuss 1967). En la República Centroafricana, las leguminosas cobertoras *M. invisa* var. *inermis* y *Flemingia congesta* Roxb. aumentaron los rendimientos de café robusta sobre la vegetación natural (Bouharmont 1978). Entre cuatro coberturas evaluadas, *F. congesta* fue la que redujo menos el contenido de agua del suelo, pero una cobertura plástica negra comparada con una cobertura de *F. congesta* sobre-duplicó el rendimiento de café, debido principalmente a una mejor economía del agua (Snoeck 1985). En Kenya, una cubierta de *Desmodium intortum* (Miller) Fawc. y Rendle desyerbada regularmente mermó severamente los rendimientos de cafeto arábigo durante los primeros 4 años, pero una vez que éste se estableció los rendimientos fueron iguales a las del cafeto desyerbado y superficie descubierta (Njoroge y Mwakha 1983). En Cuba, *Zebrina pendula* Schnizl. se utiliza como cultivo cobertor (Labrada 1992, comunicación personal). Los problemas potenciales de los cultivos de cobertura fueron la competencia por el agua, durante el período de sequía, y por el nitrógeno, así como la dificultad en el control de malezas problemáticas, como *Digitaria scalarum*.

Los cultivos de cobertura se deben manejar cuidadosamente para reducir la competencia. En Brasil, las coberturas de *Vigna sinensis* Endl. y después de *Calopogonium mucunoides* Desv., mermaron los rendimientos de café arábigo en 17% comparado con el desyerbe y superficie del suelo descubierta (Medcalf et al. 1955). *Crotalaria juncea* L. sembrada en los entre-surcos del cafeto, durante los períodos lluviosos, así como después cortada y dejada como acolchado, retrasó seriamente el crecimiento de un cafetal arábigo joven (Robinson y Mitchell 1964).

Se requiere investigar sobre las características de los cultivos de cobertura que ofrezcan una rápida reducción de las malezas, así como también una presión de competencia mínima de las malezas sobre el cafeto. Aspectos importantes son el manejo del agua, los nutrientes y la regulación del crecimiento de los cultivos de cobertura, posiblemente con reguladores del crecimiento (Akobundu 1982) y dosis subletales de herbicidas. Es probable que el manejo de los cultivos de cobertura sea específico según las localidades.

Acolchado. La mayoría de las fincas con irrigación utilizan el acolchado en alguna medida. Así, en Africa oriental se usa el acolchado en el 22% del área irrigada (Roe y Whitaker 1985a). Los principales acolchados son a base de gramíneas no cultivadas o *Pennisetum purpureum* Schumach, los cuales inhiben las malezas significativamente, para lo cual se necesita no menos de 10cm de cobertura para un buen control de malezas (Medcalf 1956). Sin embargo, el acolchado en el cafetal parece hacerse con la esperanza de obtener aumentos sustanciales de rendimientos y no por el beneficio del control de malezas. El acolchado de hierbas o residuos de bananos aumentó los rendimientos anuales del café hasta un 72% en Brasil (Medcalf 1956) y 26% en Tanganika (Robinson y Mitchell, 1964). Pereira y Jones (1954a) demostraron que los acolchados arrojan

rendimientos de café más altos de aplicarse antes del período lluvioso y no previo al período de sequía. El acolchado tuvo un efecto acumulativo positivo en el rendimiento de café (Robinson y Mitchell 1964), pero puede afectar adversamente la calidad de la producción cuando se usa en exceso (Blore 1965a).

El acolchado aumentó el carbono orgánico, pH, K, Mg y P del suelo (Pavan *et al.* 1986). También aumentó sustancialmente la retención de la lluvia y el espacio poroso de libre drenaje (Robinson y Hosegood 1965) y, comparado con la labranza a superficie descubierta, elevó la producción de raíces en 60% (Bull 1963).

A pesar del uso habitual de acolchados en haciendas rentables de café (Roe y Whitaker 1985b), su economía ha sido cuestionada, porque requiere aproximadamente la mitad del área cultivada de plantas de café para el desarrollo de la cobertura, así como por el costo de la cosecha, transportación y distribución de la misma (Deuss 1967).

Herbicidas

La importancia de los herbicidas en el control de malezas en café es probable que continúe, aún con producción de bajos insumos. La situación de los herbicidas en este cultivo ha sido resumida por Akobundu (1987), Chia y Nishimoto (1987) y la Fundación de Investigaciones del Café de Kenya (1990).

Los herbicidas pos-emergentes paraquat y glifosato se usan ampliamente. Paraquat defolia virtualmente a todas las especies de malezas, pero glifosato es más útil donde las malezas perennes, especialmente gramíneas y ciperáceas, son un problema. Sin embargo, el contacto de glifosato con los tejidos verdes del café ha causado daños (Chawdhry 1975). Otros herbicidas pos-emergentes son amitrol, dalapon y 2,4-D. Además, los graminicidas pos-emergentes fluazifop-butil y sethoxydim son especialmente útiles, donde la seguridad del café es crucial, para el control de gramíneas en leguminosas de cobertura o para inhibir céspedes vivos de gramíneas.

Los herbicidas pre-emergentes pueden usarse previo al período lluvioso o con herbicidas pos-emergentes para controlar las plántulas y para alargar el período de control de malezas en el cafetal. Diuron y simazina se han usado desde 1960 (Medcalf y de Vita 1960; Medcalf *et al.* 1961), aunque se han observado daños en el café con diuron en cultivos establecidos sobre suelos arenosos (Blore 1965b), así como con diuron y simazina en cafetales recién trasplantado (Nishimoto 1992). Sin embargo, estos herbicidas de aplicación al suelo no se utilizan ampliamente en plantaciones de café. Más recientemente, se ha demostrado el uso selectivo de oxyfluorfen para el control de malezas (Kiara 1984; Nishimoto 1992). En Hawái, oxyfluorfen se ha usado ampliamente en cafetales jóvenes. En Cuba se encontró que ametrina más simazina era seguro en cafetales de un año de plantado (Labrada 1992 comunicación personal).

Mitchell (1968) analizó la factibilidad de las prácticas de mínima y cero labranza en el café, pero sugiere que el desyerbe con herbicidas para agotar las semillas de malezas germinables cerca de la superficie del suelo, debe integrarse con el acolchado u otras prácticas de conservación del suelo.

CONCLUSIONES

Muchas prácticas de control de malezas son efectivas y muy usadas en el café. Mientras el desyerbe, con azada manual o herbicidas, dejando la superficie del suelo descubierta, produce los mayores rendimientos de café, también provoca una estructura más pobre del suelo y su erosión. Las prácticas más prometedoras en un esquema sostenible y de bajos insumos de control de malezas son: el uso de árboles de sombra, los cultivos de leguminosas de cobertura y el acolchado. Las prácticas de control de malezas, tales como labranzas, corte o pastoreo y los herbicidas, deberían ser herramientas suplementarias en el manejo del sistema de cultivo de cobertura o de acolchado. Sin embargo, la factibilidad económica de los sistemas de control de malezas diseñados para el máximo de conservación de recursos continúa siendo un serio problema.

REFERENCIAS

- Akobundu I.O. 1982. Live mulch crop production in the tropics. *World Crops* 34:125-127 y 144-145.
- Akobundu I.O. 1987. *Weed Science in the Tropics Principles and Practices*. John Wiley & Sons, Nueva York 522 pp.
- Berthaud J. y A. Charrier 1985. Genetic resources of *Coffea*. En: R.J. Clarke y R. Macrae (Eds.) *Coffee Volume 4 Agronomy*, Elsevier Applied Science, Londres. pp 1-42
- Blore T.W.D. 1965a. Some agronomic practices affecting the quality of Kenya coffee. *Turrialba* 15:111-118.
- Blore T.W.D. 1965b. A note on the persistence of diuron in a coffee soil. *Kenya Coffee* 30:115-119.
- Bouharmont P. 1978. L'Utilisation des plantes de couverture dans la culture du caféier robusta au Cameroun. *Café Cacao Thé* 22:113-138.
- Bull R.A. 1963. Studies on the effect of mulch and irrigation on root and stem development in *Coffea arabica* L. I. Changes in the root system induced by mulching and irrigation. *Turrialba* 13:96-115.
- Chawdhry M.A. 1975. Weed control in Kenya coffee with glyphosate. *Pest Articles and News Summaries* 21:58-63.
- Chia C.L. y R.K. Nishimoto 1987. *Chemical weed control in coffee*. HITAH Brief No. 61, University of Hawaii College of Tropical Agriculture and Human Resources Publication, Honolulu. 4 pp.
- Coffee Research Foundation 1990. Weed control in coffee. *Kenya Coffee* 55:837-840.
- De Silva N.T.M.H. y C.A. Tisdell 1990. Evaluating techniques for weed control in coffee in Papua New Guinea. *The International Tree Crops Journal* 6:31-49.
- Deuss J. 1967. Protection de la fertilité du sol et modes de couverture utilisés en culture caféière en République Centrafricaine. *Café Cacao Thé* 11:312-320.
- Friessleben U., J. Pohlen y G. Franke 1991. The response of *Coffea arabica* L. to weed competition. *Café Cacao Thé* 35:15-20.
- Goldberg A.D. y J. Kigel 1986. Dynamics of the weed community in coffee plantations grown under shade trees: effect of clearing. *Israel Journal of Botany* 35:121-131.
- Jones P.A. y J.A.N. Wallis 1963. A tillage study in Kenya coffee. Part III The long-term effects of tillage practices upon yield and growth of coffee. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 31:243-254.

- Kiara J.M. 1984. Evaluation of new herbicides in Kenya coffee. *Kenya Coffee* 49: 195-201.
- Medcalf J.C. 1956. Preliminary study on mulching young coffee in Brazil. *Bulletin No. 12, IBEC Research Institute*, Nueva York, 47 pp.
- Medcalf J.C., A. Bontempo y G. Favre 1961. The use of pre-emergence herbicides for weed control in young coffee. *Bulletin No. 25, IBEC Research Institute*, Nueva York 39 pp.
- Medcalf J.C. y R. de Vita 1960. The use of pre-emergence herbicides for weed control during coffee harvest. *Bulletin No. 19, IBEC Research Institute*, Nueva York 24 pp.
- Medcalf J.C., W.L. Lott, P.B. Teeter y L. R. Quinn 1955. Experimental programs in Brazil. *Bulletin No. 6, IBEC Research Institute*, Nueva York 59 pp.
- Mitchell H.W. 1968. Weed control with minimum cultivation in Kenya coffee. *Pest Articles and News Summaries* 14:133-141.
- Mitchell H.W. 1985. Cultivation and harvesting of the arabica coffee tree. En: R.J. Clarke y R. Macrae (Eds.) *Coffee Volume 4 Agronomy*, Elsevier Applied Science, Londres. pp 43-90.
- Nishimoto R.K. 1992. Evaluation of pre-emergence herbicides for establishing coffee. *Tropical Pest Management* 38:298-301.
- Njoroge J.M. y E. Mwakha 1983. Observations on the effects of weeding and cover crops on coffee yield and quality. *Kenya Coffee* 48:219-225.
- Njoroge J.M. y E. Mwakha 1985. Results of field experiments, Ruiru, I: Long term effects of various cultural practices on *Coffea arabica* L. yield and quality in Kenya. *Kenya Coffee* 50:441-445.
- Pavan M.A., P.H. Caramori, A.A. Filho y M.F. Scholz 1986. Manejo da cobertura do solo para formação e produção de uma lavoura cafeeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 21:187-192.
- Pereira H.C.M., Dagg y P.H. Hosegood 1964. A tillage study in Kenya coffee. Part IV The physical effects of contrasting tillage treatments over thirty consecutive cultivation seasons. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 32:31-34.
- Pereira H.C. y P.A. Jones 1954a. A tillage study in Kenya coffee. Part I The effects of tillage practices on coffee yields. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 22:231-241.
- Pereira H.C. y P.A. Jones 1954b. A tillage study in Kenya coffee. Part II The effects of tillage practices on the structure of the soil. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 22:325-331.
- Ramos L., A.L. Anaya y J. Nieto De Pascual 1983. Evaluation of allelopathic potential of dominant herbaceous species in a coffee plantation. *Journal of Chemical Ecology* 9:1079-1097.
- Robinson J.B.D. y P.H. Hosegood 1965. Effects of organic mulch on fertility of a latosolic coffee soil in Kenya. *Experimental Agriculture* 10:67-80.
- Robinson J.B.D. y H.W. Mitchell 1964. Studies on the effect of mulch and irrigation on root and stem development in *Coffea arabica* L. 3. The effects of mulch and irrigation on yield. *Turrialba* 14:24-28.
- Roe J.D.M. y M.J. Whitaker 1985a. Management practices and coffee productivity within the estate sector. *Kenya Coffee* 50:325-345.
- Roe J.D.M. y M.J. Whitaker 1985b. Economics of estate coffee production. *Kenya Coffee* 50:409-427.
- Silveira G.M. y S.A.H. Kurachi 1985. O sistema de cultivo e a estrutura do solo em cafezal. Parte II *Bragantia Campinas* 44:179-185.

- Silveira G.M., S.A.H. Kurachi y M. Fujiwara 1985. Métodos mecânicos e químico no controle de ervas daninhas em cafezal. *Bragantia Campinas* 44:173-178.
- Snoeck J. 1985. Cultivation and harvesting of the robusta coffee tree. En: R.J. Clarke y R. Macrae. *Coffee Volume 4 Agronomy*, Elsevier Applied Science, Londres, pp 91-127
- Sylvain P.G. 1955. Some observations on *Coffea arabica* L. in Ethiopia. *Turrialba* 5:37-53.
- Thomas A.S. 1944. Observations on the root-systems of robusta coffee and other tropical crops in Uganda. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 12:191-207.
- Waller G.R., D. Kumari, J. Friedman, N. Friedman y C.H. Chou 1989. Caffeine autotoxicity in *Coffea arabica* L. En: A.R. Putnam y C.S. Tank (Eds.) *The Science of Allelopathy*, John Wiley and Science, Nueva York, pp 244-269

MANEJO DE MALEZAS EN PLANTACIONES DE TÉ

P.B. Ekanayake

INTRODUCCION

El efecto de las malezas sobre el té es principalmente sobre la competencia por la humedad y los nutrientes, pero también la interferencia con la cosecha y otras labores de campo. Algunas malezas sirven como hospederas de plagas y enfermedades de este cultivo.

Los efectos competitivos de las malezas son mayores sobre plantas jóvenes de té. Así, las plantas del cultivo desyerbadas cada cuatro semanas alcanzaron casi el doble del crecimiento de aquellas desyerbadas cada diez semanas (Wettasinghe 1968). La competencia redujo el rendimiento en un 30% durante el primer año de cosecha, mientras que en campos de té adulto las pérdidas se estimaron entre un 5-15% (Wettasinghe 1971). A nivel mundial, aproximadamente 14-15% de la cosecha de té se pierde debido a las malezas (Grammer 1967). Jayanathan (1991) afirmó que las malezas extrañan más nutrientes aplicados a plántulas del cultivo que de campos de té adulto, con un máximo de absorción de N, P, K y Mg por las malezas entre 3 y 6 semanas después de la aplicación del fertilizante. Entre los tipos de malezas, las gramíneas son competidoras más severas por el nitrógeno que las malezas de hoja ancha (Eden 1947; Rahman 1975). Fernando (1966) indicó que una infestación moderada de malezas no reduce el rendimiento.

MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS

El control manual de malezas ha sido una práctica convencional en todo el mundo (Onsando 1989). El control químico de malezas se ha adoptado por algunos países apenas durante la última década (Rahman 1975). Actualmente se usa una combinación de métodos manual, químico y cultural. El objetivo de este enfoque integrado de manejo de malezas es controlar todas las especies problemáticas, dejando aquellas pequeñas y no competitivas como fuente de cobertura protectora del suelo contra la erosión.

Desyerbe manual

El desyerbe manual, usando azadones, ha producido severas pérdidas de suelo, con aproximadamente 30 cm de la capa superficial erosionada durante los últimos 100 años en Sri Lanka (De Alwis y Demantha 1981). Esto provoca la pérdida de la fertilidad del suelo (Basnayake 1985) y efectos adversos sobre sus propiedades físicas, como disminución de la fracción limo-arcilla, de la capacidad de intercambio catiónico, del contenido de carbono orgánico y de su agregación (Anandacoomaraswamy *et al.* 1986). Con la extracción física de las malezas de los campos de té también se pierden nutrientes (Wettasinghe 1972; Ekanayake 1991). Actualmente el desyerbe manual se limita al arranque manual de las malezas, dejando alrededor de un 25% de estas plantas, sobre todo de especies pequeñas, como *Drymaria*, *Centella* y *Oxalis* spp.

Métodos culturales

La sombra juega un papel importante en el control de malezas en el cultivo del té y

Wettasinghe (1981) demostró que a bajas intensidades luminosas se reducía la germinación de semillas de muchas especies de malezas y su crecimiento. Los métodos culturales de control de malezas están dirigidos a garantizar una buena cobertura del suelo, estimular una temprana formación del follaje del cultivo mediante el manejo de la sombra, el uso de cultivos de cobertura y acolchados.

Manejo del cultivo. Antes de la plantación se puede mejorar la estructura y fertilidad del suelo e inhibir las malezas plantando gramíneas como *Cymbopogon confertiflorus* Stapf y *Tripsacum laxum* Nash. Después de la plantación, el control efectivo de las plagas y enfermedades, y el uso juicioso del fertilizante promueven el crecimiento vigoroso de las plantas. Las prácticas de cosecha y poda son factores importantes que afectan la estructura del follaje y deben dirigirse a mantener una buena cubierta del suelo.

Cultivos de cobertura y acolchados. El establecimiento de cultivos de cobertura de leguminosas, tales como *Desmodium ovalifolium* Wall. y *Stylosanthes gracilis* H.B.K. en los espacios entre hileras de té joven, ayuda a suprimir las malezas. Sin embargo, es necesario un manejo cuidadoso de tales coberturas, ya que éstas compiten por la humedad en períodos secos (Manipura 1972). Las malezas cortadas y las ramas podadas de árboles de sombra inhiben el crecimiento de las malezas, conservan la humedad del suelo y mejoran su fertilidad (Visser 1961). Los árboles de sombra contribuyen, además, al control de malezas, ya que disminuyen las intensidades de luz, y reducen su germinación y crecimiento.

El manejo de las hondonadas, valles y áreas abiertas también debe incluirse en los programas de manejo de malezas, para evitar que sus semillas se propaguen a los campos de té adyacentes.

Control químico de malezas

El control químico de malezas reduce la pérdida de nutrientes debido a la eliminación física de las malezas, mientras que el uso de herbicidas de pos-emergencia aporta un acolchado sobre la superficie del suelo que mejora sus condiciones físicas (Rahman 1975), reduce la erosión y los daños a las raíces (Venkataramani 1964; Sivapalan 1983). Sin embargo, el uso repetido de un mismo herbicida implica el riesgo de aumento de la incidencia de especies resistentes (Sharma 1977), por lo que éstos deberán usarse en mezclas y rotaciones.

En la Tabla 1 aparecen los herbicidas más usados en el manejo de malezas en plantaciones de té.

Diuron tiene adicionalmente alguna acción de contacto cuando se le incorpora un agente humectante. Glufosinato-amónico tiene una acción de contacto más lenta que paraquat, pero posee alguna actividad sistémica, valiosa sobre especies perennes.

Glifosato se usa principalmente para controlar especies de malezas dotadas de rizomas, tales como *Panicum repens* e *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel. Sus dosis se pueden reducir mediante el uso de caolín como coadyuvante. Se afirma que éste y otros aditivos aumentan la acción de los herbicidas (Blair 1975; Suwunnamek y Parker 1975; Rao y Rahman 1978).

Oxyfluorfen se considera un herbicida seguro para su uso en áreas de té joven (Kathiravetpillai y Punyasiri 1985). Los herbicidas de aplicación al suelo diuron y oxyfluorfen, a las dosis recomendadas, no afectan la actividad microbiana del suelo (Anandacoomaraswamy *et al.* 1987).

Tabla 1. Herbicidas extensamente usados en plantaciones de té.

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Tratamiento	Comentarios
Dalapon	4.25	Post	sistémico
2,4-D	1.0	Post	sistémico
Diuron	1.0	Pre	residual
Glufosinato	0.2	Post	sistémico
Glifosato	4.4	Post	sistémico
MCPA	0.9	Post	sistémico
Oxyfluorfen	0.3	Post	residual
Paraquat	0.22	Post	contacto

El costo de los productos agroquímicos se está elevando y existe una creciente preocupación en relación con la contaminación del ambiente, lo cual hace necesario reducir su uso. Por lo tanto, una estrategia efectiva para el manejo de malezas es el enfoque integrado, donde los métodos manual, cultural y químico estén unidos para reducir las malezas a un nivel que no cause daños económicos, a la vez que mantenga niveles altos de productividad en las plantaciones de té.

REFERENCIAS

- Anandacoomaraswamy A., M. Watson, A.R. Amarasekara y P.A.N. Punyasiri 1986. The influence of methods of weed management in tea on the surface layer of soil properties of an ultisol, *Sri Lanka Journal of Tea Science*, 55:28-35.
- Anandacoomaraswamy A., M.S.D. Lakshmi, A. Anandavijayan y S.N. Kudagamage 1987. Effect of pre-emergent herbicides on N-mineralization and microbial population. *Sri Lanka Journal of Tea Science*, 56:41-47.
- Basnayake A.K. 1986. Report of the Officer-in-Charge, Agronomy Division (Up Country) for 1985. *Technical Report, Tea Research Institute of Sri Lanka*, pp 23-26.
- Blair A.M. 1975. The addition of ammonium salts or phosphate ester to herbicides to control *Agropyron repens* (L.) Beauv. *Weed Research* 15:101-105.
- De Alwis K.A. y S. Dimantha. 1981. *Report of the Integrated Rural Development Project Nuwara Eliya*, 81 pp.
- Eden T. 1947. Manurial responses of tea and weeds. *Tea Quarterly* 19:5-9.
- Ekanayake P.B. 1992. Report of the Project Leader, Project B/Weed - Weed management in tea plantations for 1991. *Technical Report, Tea Research Institute of Sri Lanka* (en imprenta).

- Fernandao L.H. 1966. Progress with research on tea in the Low Country. *Tea Quarterly*, 38:186-189.
- Manipura W.B. 1972. Conservation of soil and water in tea lands, *Proceedings of Symposium "Towards increasing productivity on tea lands in Ceylon"*. *Tea Research Institute of Sri Lanka*, pp 34-36.
- Onsando M.J. 1989. Chemical tea weed management in Kenya to date *Tea* 10(2):196-201.
- Rahman F. 1975. Weed control in tea. *Outlook on Agriculture* 8(4):173-177.
- Rao V.S. y F. Rahman 1978. Weed control in tea with glyphosate. *Two and a Bud* 25:71-73.
- Sharma V.S. 1977. Weed management in tea fields in South India. In *Proceedings, Weed Science Conference, Indian Society of Weed Science, Hyderabad, 1977*, pp 222-223.
- Sivapalan P. 1983. Minimising soil erosion on tea estates in respect of manual weed control. *Tea Quarterly* 52(2):81-83.
- Suwunnamek V. y C. Parker 1975. Control of *Cyperus rotundus* with glyphosate: the influence of ammonium salt and other additives. *Weed Research* 15:13-19.
- Venkataramani K.S. 1964. Weeds and their control in tea fields. *Report, UPASI Tea Science Department* pp 14-19.
- Visser T. 1961. Interplanting tea. 1. Effect of shade trees, weeds and bush crops. *Tea Quarterly*, 32:69-87.
- Wettasinghe D.T. 1968. Report of the Low Country Station and Kottawa Sub Station for 1967. *Annual Report, Tea Research Institute of Ceylon*, pp 112-140.
- Wettasinghe D.T. 1971. Report of the Low Country Station and Kottawa Sub Station for 1970. *Annual Report, Tea Research Institute of Ceylon*, pp 145-167.
- Wettasinghe D.T. 1972. Weed control in tea. En: *Proceedings of Symposia No.1 "Towards increased productivity on tea lands in Ceylon"*. *Tea Research Institute of Ceylon*, pp 30-31.
- Wettasinghe D.T. 1981. Report of the Project Leader B/Weed for 1980. *Technical Report, Tea Research Institute of Sri Lanka*, pp 16-24.

MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DEL CAUCHO

L. Samarappuli

INTRODUCCION

Las malezas se consideran indeseables por varias razones, principalmente a causa de los bajos ingresos económicos que se obtienen en el área afectada. Las especies de malezas nocivas en las entre-hileras, durante estadios jóvenes del cultivo, pueden competir con el caucho por la humedad del suelo, la luz y los nutrientes, para así afectar el crecimiento y rendimiento de las plantas del cultivo e interferir con las prácticas habituales de la finca, como la irrigación, la aplicación de plaguicidas y la fertilización. Algunas malezas contienen sustancias inhibidoras que pueden inhibir el crecimiento del caucho y también actúan como hospederas de muchas plagas y enfermedades de este cultivo. Por lo tanto, el control de malezas se considera importante en las plantaciones de caucho.

La naturaleza de los problemas de control de malezas en las plantaciones de caucho se pueden categorizar de la forma siguiente:

1. Control de malezas al momento de la re-plantación previo al establecimiento de cultivos leguminosos de cobertura;
2. Eliminación de malezas en áreas donde se han establecido cultivos de cobertura;
3. Mantenimiento de los surcos plantados en condiciones libres de malezas durante los primeros años después de la re-plantación.
4. Control de malezas en áreas adultas.

MANEJO DE MALEZAS

El caucho se cultiva a veces en terreno ondulado, rocoso y no uniforme, difícil de atravesar aún a pie.

La selección de un método específico para el manejo sistemático de malezas depende en gran medida de la edad de la población de caucho, las condiciones climáticas, tipo de maleza, su distribución y del tamaño de la finca (Yogarathnam *et al.* 1991).

Desyerbe manual

Este método es efectivo, pero costoso. Además, tiende a provocar severa erosión. Al arañar la tierra con azadas pesadas, se destruye la estructura del suelo, lo que deja su superficie descubierta que fácilmente es arrastrada por la lluvia. Además, esto no sólo propiciará un lecho adecuado para el crecimiento de las malezas, sino también estimulará la germinación de semillas latentes.

El desyerbe manual es muy efectivo cuando se establecen cultivos de cobertura en áreas con malezas de porte alto. Esto comprende la eliminación de malezas alrededor de las camas o de cobertura para permitirles a éstas su extensión hasta que cubran toda el área. El desyerbe manual también se realiza en franjas de alrededor de 1.2 m hasta 1.8 m de anchura a lo largo de los surcos plantados, o en círculos de aproximadamente 0.6 m

hasta 0.9 m de radio alrededor de cada planta de caucho. Otra situación donde el control manual de malezas podría ser ventajosa o incluso necesaria, es la eliminación selectiva de malezas en áreas, donde se han establecido cultivos de cobertura.

Manejo de coberturas

El manejo de coberturas del suelo es muy efectivo para inhibir el desarrollo de las malezas en plantaciones jóvenes de caucho y es esencial para preservar la fertilidad y la conservación del suelo, así como para el control de enfermedades. Las plantas leguminosas son las coberturas de suelo más útiles, ya que además de otras cualidades que otras especies también presentan, las leguminosas pueden fijar el nitrógeno atmosférico cuando crecen bajo condiciones apropiadas y en presencia de las cepas o razas correctas de bacterias para cada especie. En Sri Lanka es popular una mezcla de *Pueraria* y *Desmodium*, ya que la primera indicada crece rápidamente durante las etapas tempranas de la plantación, pero tolera una ligera sombra, mientras que *Desmodium* presenta un crecimiento inicial más lento, pero si tolera más sombra y persiste mejor bajo un follaje bastante denso de caucho. Los cultivos de cobertura se establecen mejor inmediatamente después del desyerbe. En áreas donde las malezas son densas, se deben formar franjas libres de éstas y se deben plantar las semillas o propágulos en estas franjas. Cuando se hayan establecido, se deben eliminar gradualmente las franjas intermedias de malezas para permitir que el cultivo de cobertura se extienda y cubra toda el área. En tales áreas se deben utilizar coberturas de plantas de hábitos rastreros, que se propagarán e inhibirán a las malezas.

Tabla 1. Efectos de las coberturas de suelo sobre el crecimiento y rendimiento del caucho joven.

Tratamiento	Diámetro medio (cm)	Rendimiento (kg/ha)
Malezas	56.1	1800
Leguminosas	61.5*	2506*
Malezas + N	60.5*	2578*

* Significativamente diferente a $P = 0.05$

Los resultados al final de 10 años de la plantación (Tabla 1) mostraron que los árboles con coberturas de leguminosas eran superiores en el diámetro del tronco como en el rendimiento inicial a aquéllos con presencia de malezas. Otros tratamientos con malezas y nitrógeno han mostrado también efectos similares al tratamiento con leguminosas, lo que sugiere que en ausencia de cobertura se tendrá que aplicar nitrógeno adicional, en algunos casos triplicando las recomendaciones de uso normal (Yogarathnam *et al.* 1984).

El aporte de hojas, materia verde, residuos y la relación C/N de las coberturas siempre fue mejor con las leguminosas. Otros beneficios de éstas son la producción total de materia seca y el contenido total de N en las hojas por árbol.

El menor crecimiento del caucho en las parcelas enyerbadas, principalmente por gramíneas, como *Axonopus* y *Paspalum*, y compuestas, como *Mikania* y *Hedyotis*, es debido probablemente a un menor retorno de los nutrientes esenciales al suelo por las malezas y la competencia de las gramíneas, con sus sistemas radicales más densos, por la humedad. Más aún, es conocido que *Mikania* exuda un compuesto fenólico que inhibe el crecimiento (Wong 1964), que además de reducir la nitrificación, también afecta adversamente la población microbiana del suelo (Yogarathnam *et al.* 1977).

Acolchado

Si se dispone de suficiente material para el acolchado, tales como cultivos de cobertura cortados, paja, etc., acolchar o cubrir el área entre-surcos puede ser un método satisfactorio de control de malezas.

La plantación de árboles leguminosos, como *Flemingia*, *Sesbania*, *Tephrosia* y *Gliricidia*, y la formación de una cobertura con los residuos de hojas entre los surcos de la plantación mediante corte y acolchado, es también un método deseable para el control de malezas en plantaciones jóvenes de caucho.

Tabla 2. Efectos del acolchado sobre la capacidad de sangría y el rendimiento del caucho.

Tratamiento	Capacidad de sangría (%)	Rendimiento (kg/ha/año)
Malezas	13.17	907.0
Acolchado inerte	66.85***	1050*

* Significativamente diferente a $P = 0.05$ *** idem at $P = 0.001$

Una posible explicación de un mejor resultado del caucho bajo acolchado (Tabla 2) es que la paja de arroz tiene una relación C/N más alta y podría servir como cobertura del suelo durante un período más largo de tiempo. Es bien conocido que los materiales con alta relación C/N se consideran como de lenta mineralización, por lo que sirven como inhibidores de las malezas. También las malezas compiten con las plantas de caucho por los nutrientes esenciales y el agua, mientras que con acolchado no existe tal competencia. Por otra parte, el aporte de nutrientes al suelo es también un factor que contribuye al aumento de los contenidos de nutrientes en las hojas y el suelo del caucho bajo sistema de acolchado.

Cultivos asociados

Este es otro excelente método de manejo de malezas en el caucho. Estudios realizados por el Instituto de Investigaciones del Caucho han revelado que el asocio con banano, pasionaria y piña, si se realiza sistemáticamente, no causará efecto adverso alguno al crecimiento y rendimiento del caucho. Este método de inhibición del desarrollo de las

malezas en el caucho es apropiado, tanto para haciendas grandes como para pequeños agricultores.

Pastoreo de animales de granja

El pastoreo controlado de animales de granja, como ovejas, cabras y la cría de gallinas bajo el caucho puede controlar efectivamente las malezas.

Herbicidas

La naturaleza de los herbicidas a usar en los programas de control químico de malezas depende de varios factores:

- La naturaleza de las plantas que se consideran malezas;
- El objetivo del control de malezas y el grado de control necesario;
- Los costos de los herbicidas y su aplicación.

El Instituto de Investigaciones del Caucho de Sri Lanka ha hecho recomendaciones con relación el uso de mezclas de herbicidas basadas en MSMA, a usar en dependencia de las principales malezas presentes, del nivel de sombra debajo de los árboles y las condiciones locales del suelo. Las mezclas son a base de amitrol, 2,4-D amina, clorato de sodio y dalapon, que controlan las principales malezas, tales como *Paspalum conjugatum*, *Mikania micrantha*, *Axonopus* spp. y *Borreria* spp.

Glifosato controla con efectividad *Panicum repens* L. e *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel cuando se usa en una dosis de 4.4 kg i.a. en 600 litros de agua por ha. Paraquat es efectivo en el control de malezas anuales en las plantaciones de caucho cuando se usa en una dilución de 28 ml en 9 litros de agua. Dalapon se usa también en el control de *I. cylindrica*.

CONCLUSIONES

El aumento del costo de la fuerza de trabajo ha requerido de cambios en las prácticas de control de malezas en el caucho. Durante la fase inicial del cultivo se considera una política agrícola apropiada el plantar cultivos de leguminosas para cobertura, ya que suministran nitrógeno, aumentan la materia orgánica y mejoran las propiedades físicas del suelo, así como evitan la erosión. Sin embargo, como el método actual de establecimiento y mantenimiento de leguminosas requiere trabajo intensivo, los costos de la fuerza de trabajo se han elevado considerablemente provocado por las recientes revisiones ascendentes de salarios. La solución puede ser el uso más extensivo de herbicidas que eliminen selectivamente las malezas nocivas que crecen entre las leguminosas. Estudios preliminares en Malasia han mostrado que los costos pueden ser reducidos entre 20% y 30% al utilizar herbicidas de pre y pos-emergencia (Teoh y Chong 1976 y Tan *et al.* 1976).

Cuando se cierra el follaje de los árboles, el vigor de las leguminosas declina y éstas son eventualmente reemplazadas por vegetación de gramíneas, helechos y dicotiledóneas. A fin de reducir la competencia por la humedad y los nutrientes, así como facilitar las operaciones de campo se hace necesario la aplicación de herbicidas (Teoh *et al.* 1977).

En India, debido a la prevalencia de un período seco prolongado, de 3-5 meses en los distritos cultivadores de caucho, el problema producido por las malezas es comparativamente menos serio que el de otros países productores de caucho natural. Sin embargo, los problemas de malezas en los viveros de plántulas y en las plantaciones jóvenes de caucho son bastante serios y las medidas de control son muy costosas. Por otro lado, en áreas establecidas, donde el follaje ha cerrado, el problema es menos serio.

En el Instituto de Investigaciones del Caucho de la India se realizaron experimentos para estudiar la posibilidad del control químico de malezas en los viveros de plántulas y en plantaciones jóvenes de caucho. Mientras que en los primeros el uso de herbicidas pre-emergentes resultó prometedor, en los últimos una secuencia de herbicidas pre y pos-emergentes demostró ser ventajoso (Mathew *et al.* 1977).

REFERENCIAS

- Mathew M., K.I. Punnoose y S.N. Potty 1977. Report on the results of chemical weed control experiments the rubber plantations in South India. *Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka* 54:478-488.
- Samarappuli L. 1992. Some agronomic aspects in overcoming moisture stress in *Hevea brasiliensis* Ind. *Journal of Natural Rubber Research* (en imprenta).
- Tan H.T., K.M. Pillai y J.M. Fua 1976. Establishment of legume covers using pre- and post-emergence herbicides. Trabajo presentado en *Proceedings, Malaysia International Agricultural Oil Palm Conference*, Kuala Lumpur 1976. 14 pp.
- Teoh C.H. y C.F. Chong 1976. Use of pre-emergence herbicides during establishment of leguminous cover crops. Trabajo presentado en *Proceedings, Malaysia International Agricultural Oil Palm Conference*, Kuala Lumpur 1976. 20 pp.
- Teoh C.H., P.H. Toh, C.F. Chong y R.C. Evans 1977. Recent developments in the use of herbicides on estates. *Proceedings of RRIM Planters' Conference* 1977. pp 91-110.
- Wong P.W. 1964. Evidence of the presence of growth inhibitory substance in *Mikania cordata* (Burm.f) B.L. Robinson, *Journal of the Rubber Research Institute of Malaya*, 18:231-235.
- Yogarathnam N., A.M.A. Perera y G.J. De Mel 1984. Management of ground covers for optimum production. *Proceedings of International Rubber Conference* 1984, pp 521-527.
- Yogarathnam N., L. Samarappuli y D.M.P.A. Dissanayake 1991. Weed control in rubber plantations. *Rubber Research Institute of Sri Lanka Bulletin*, 28:3-13.
- Yogarathnam N., H. Sulaiman, A.D.M. Karunaratne y K.S.a.C. Peiris 1977. Management of covers under *Hevea* in Sri Lanka. *Journal of the Rubber Research Institute Sri Lanka*, 54:291-298.

MANEJO DE MALEZAS EN TABACO

R. Labrada

INTRODUCCION

El tabaco es uno de los cultivos más susceptibles a la interferencia de las malezas. Las pérdidas de rendimientos no sólo se deben a los efectos de la competencia de malezas, sino también al hecho que diversas malezas, particularmente de hoja ancha, sirven de hospederas de varias plagas y enfermedades dañinas a la planta cultivable. Las malezas igualmente reducen la calidad de las hojas de tabaco cosechadas, lo que proporciona otro elemento que justifica el desarrollo de medidas efectivas de manejo de malezas.

El tabaco se cultiva de forma similar a muchas hortalizas: obtención de posturas sobre camas de semilleros, las que posteriormente se trasplantan en el campo.

ALMACIGAS O SEMILLEROS

Para obtener posturas de buena calidad es necesario controlar diversas plagas del suelo, que incluye las semillas de malezas. En los países desarrollados, los fumigantes del suelo como bromuro de metilo, metham-sodio o dazomet (granulado), son los más usados comúnmente para el tratamiento del suelo. Este tipo de tratamiento tiende a ser inadecuado al nivel de la pequeña finca o predio debido a los altos costos y a la necesidad de equipos especiales para la aplicación y protección del operador de la aplicación. La solarización del suelo es otra opción de control de malezas en almacigas (ver Almacigas de hortalizas para más detalles, Capítulo 14), pero aquí de nuevo será aconsejable determinar la factibilidad económica al nivel del pequeño agricultor. La preparación del terreno juega un importante papel en la reducción de la infestación de malezas, por lo que el uso regular de la rastra o grada después de la arada sirve para eliminar las plántulas de malezas y ayuda considerablemente a reducir el banco de semillas de malezas en los primeros 5-7 cm del suelo. Para la producción de posturas vigorosas se requiere de una cama libre de malezas durante su período de crecimiento. Para evitar la competencia de las malezas emergidas, estas deben ser arrancadas a más tardar en su fase de 2-3 hojas, lo que implica que habrá que realizar no menos de tres desyerbes durante el ciclo de crecimiento de las posturas. Otra alternativa puede ser el uso de herbicidas selectivos, tales como difenamida o napropamida, en tratamientos pre-emergentes, a las dosis ya indicadas para las almacigas de tomate y pimiento.

AREAS DE TRASPLANTE

En el trasplante, la preparación del terreno como ya descrita para las almacigas o semilleros es importante. La rotación de cultivos con leguminosas, tales como cacahuete reducen la infestación de nemátodos en el suelo y ayuda enormemente a reducir las densidades de las malezas siempre que se practique un buen manejo de éstas en el cultivo precedente indicado.

Se debe plantar posturas vigorosas para garantizar la temprana competencia del cultivo con las malezas emergentes.

Para evitar pérdidas de rendimientos a causa de las malezas, el tabaco trasplantado debe estar libre de malezas por espacio de los primeros 35-45 días (Rivera 1979). Después de este período, cualquier maleza de hoja ancha que pueda servir de hospedera a enfermedades u otras plagas debe ser también eliminada.

La malezas que se desarrollan entre los surcos o líneas del cultivo pueden ser controladas por medio de cultivo mecánico, dos operaciones sobre suelos de textura pesada o media y tres sobre suelos ligeros (Ashton y Monaco 1991). Desyerbes manuales adicionales pueden requerirse en caso de presencia de malezas a lo largo de los surcos del cultivo.

La aplicación en banda (20 cm de ancho) de los herbicidas a lo largo de los surcos del cultivo es particularmente efectiva económicamente si se combina con labores de cultivo entre surcos. Este enfoque resulta ser un 75% menos costoso que la aplicación total del herbicida y también evita daños de las labores de cultivo a las plantas cultivables.

Difenamida, a razón de 3-4 kg i.a./ha, puede ser aplicado sobre las posturas trasplantadas antes de la emergencia de las malezas. Napropamida puede ser también utilizado de igual forma o después de la emergencia de las malezas (Labrada 1987), pero su selectividad en las variedades locales de tabaco debe ser verificada previamente.

Control de *Orobanche*

En muchas áreas de tabaco las parásitas radicales como *Orobanche ramosa* L. y *O. cernua* Loefl. son malezas importantes. Estas holoparásitas son un problema principal en áreas donde se practica parcialmente o no se practica ninguna rotación de cultivos. Se entiende que comúnmente las especies de *Orobanche* se encuentran mayormente en suelos de baja fertilidad y con bajo contenido de materia orgánica (Cézard 1984, comunicación personal). Sin embargo, en Cuba, *O. ramosa* es poco importante en tabaco que se desarrolla en suelos ligeros con un contenido de materia orgánica de menos de un 1%, mientras que altas infestaciones de la parásita son comunes en áreas de cultivo sobre suelos de textura pesada con un contenido de M.O. de hasta 3%.

La rotación de cultivo es un método útil para reducir las poblaciones de *Orobanche*. Plantas-trampas como maíz y sorgo (Krishnamurthy y Rao 1976; Labrada y Pérez 1988) y mostaza (*Sinapis alba*) en regiones templadas (Alexiev 1966) promueven la germinación de *Orobanche* y así reducen su banco de semillas en el suelo. El cultivo de tales plantas debe preferentemente desarrollarse, por lo menos, durante dos temporadas consecutivas de cultivo.

Aunque la fertilización nitrogenada reduce el nivel de la infestación de *Orobanche* (Abu-Irmaileh 1979), este método no es aconsejable, pues suele afectar la calidad de la hoja cosechada del tabaco.

La labranza profunda durante la preparación del terreno puede ser útil, ya que las semillas de *Orobanche* germinan pobremente a una profundidad mayor de 15 cm del suelo (Labrada y Pérez 1988), pero este método es inadecuado en presencia de fuertes infestaciones de *Orobanche*, ya que las semillas de la parásita son distribuidas indeseablemente en los primeros 20 cm del suelo.

El arranque manual en áreas poco infestadas da buenos resultados si se practica a largo plazo, ya que así se previene el aumento del banco de semillas de la parásita en el suelo.

El control químico es otra opción, pero no siempre efectiva y dependiente del sistema de cultivo adoptado. Además, este enfoque puede resultar no factible económicamente para el agricultor.

Hydrazida maleica (1.8-2.4 kg i.a./ha o 0.5-1% de la solución a asperjar) se considera efectiva para el control de *Orobanche* e inhibir los brotes laterales de la planta de tabaco (Alexiev 1969). Este compuesto suele aumentar el grosor de las hojas de tabaco y es inadecuado para su uso en áreas de tabaco destinadas a la producción de capa fina.

Glifosato (60-90 g i.a./ha) controla efectiva y selectivamente *Orobanche* cuando se aplica sobre varias plantas leguminosas (García-Torres y Fernández Quintanilla 1991), pero de acuerdo a la experiencia personal de este autor, su selectividad en las plantas de tabaco es bastante irregular, dependiente de la uniformidad del asperjado y de la tolerancia de la variedad de tabaco al herbicida.

En Cuba, una solución al 1% de ethephon se ha venido utilizando con algún éxito, la que se aplica poco antes de la floración de la parásita (Torres 1982). La desventaja de este tratamiento es que en muchos casos, el compuesto tiende a causar madurez temprana de las hojas de tabaco, por lo que se reduce su calidad final.

Algunos intentos se han realizado para controlar *Orobanche* con patógenos específicos, tales como *Fusarium oxysporium* var. *orthocera* (Panchenko 1981), pero este método aún requiere de mayor desarrollo.

El uso de variedades resistentes es otro medio de combate de *Orobanche*, pero en la actualidad no hay variedades comerciales de tabaco tolerantes o resistentes a esta maleza parásita.

El mejor enfoque es la integración de los métodos culturales y químicos descritos anteriormente. Un método sencillo de control de *Orobanche* en tabaco no está aún disponible.

REFERENCIAS

- Abu-Irmaileh B.E. 1979. Effect of various fertilizers on broomrape (*Orobanche ramosa*) infestation of tomatoes. En: L.J. Musselman *et al.* (Eds.) *Proceedings 2nd Symposium on Parasitic Weeds*. North Carolina State Univ., Raleigh, N.C., pp 278-284.
- Alexiev A. 1966. *Sinapis alba* a foregoing crop for tobacco areas infested by *Orobanche*. *Bulgorski Tjutjun* 3:17-19.
- Alexiev A. 1969. Studies on Chemical Control of *Orobanche ramosa*. *Bulgorski Tjutjun* 12:13-16.
- Ashton F.M. y T.J. Monaco 1991. *Weed Science-Principles and Practices*. 3rd Edition, J.Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 465 pp.
- García Torres L. y C. Fernández-Quintanilla 1991. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Edit. Mundi-Prensa, Madrid, 348 pp.
- Krishnamurthy G.V.G. y U.M. Rao 1976. Control of *Orobanche* through crop rotation.

Indian Farming 25:23.

Labrada R. 1987. *Elementos de lucha contra malezas*. Edit. ENPES, La Habana, 302 pp.

Labrada R. y R. Pérez 1988. Medidas de lucha no químicas contra *Orobanche ramosa*. *Agrotecnia de Cuba* 20:35-40.

Panchenko V.P. 1981. Biological control of broomrape in water melons and tomatoes in Astrakhan Province. *Doklady Vsesoyuznoi Akademii elskokhozyaistvennykh Nauk In. V.I. Lenina, Moskva* 8:25-27.

Rivera B.A. 1979. Período Crítico de Competencia de malas hierbas en plantaciones de tabaco. (inédito), Archivo Instituto Investigaciones Sanidad Vegetal, La Habana, 5 pp.

Torres R. 1982. *Utilización del ethephon para el control de Orobanche ramosa en el tabaco*. Informe en la Reunión de la Comisión Nacional Extensión Agrícola, Sanidad Vegetal, la Habana, 9 pp.

INDICE DE ESPECIES

INDICE DE ESPECIES

- Abelmoschus esculentus* - ver oca
Abutilon theophrasti 227
Acacia spp 178
Acelga 228
Acigona infusella 142
Acremonium zonatum 141-142
Actinote antea 104
Aegilops cylindrica 16, 28, 275
Aeschynomene virginica 276
Agasicles hygrophila 246-247
Ageratum conyzoides 18, 19, 265, 375, 377
Ageratum microcarpum 19
Agropyron repens - ver *Elytrigia repens*
Agrostemma githago 26
aguacate 110
ajo 34, 85, 128, 298, 303, 306
alang-alang - ver *Imperata cylindrica*
Albizia spp. 376
alfalfa 50, 62, 82, 160, 176, 227-230, 233, 238
alfortón 176
algodón 49, 60, 62, 71, 84, 85, 95-97, 110, 227-229, 233, 235, 282, 293, 359-365, 372
Alectra vogelii - 170, 295
Allium cepa - ver *cebolla*
Allium porum - ver *puerro*
Allium sativum - ver *ajo*
Allium vineale 278
Alopecurus myosuroides 38, 217, 243
Alternanthera philoxeroides 243
alverjana 164
Amaranthus hybridus 14, 311
Amaranthus retroflexus 36, 311
Amaranthus spinosus 14, 289
Amaranthus spp. 227, 289, 344, 369, 370
Ambrosia artemisiifolia 177
Ananas comosus - ver *piña*
Apera spica-venti 238
Aphis fabae 103
Aphis spiraeicola 103
apio 160, 303
Apium graveolens - ver *apio*
Arachis hypogaea - ver *cacahuete*
árboles maderables 71
Argemone mexicana 304
arroz 34-36, 65, 69, 71, 83-85, 107, 108, 110, 117, 118, 145, 166, 176, 178, 201, 229, 232, 265-272, 293, 303, 351, 370
arveja 160, 232, 233, 238
Asparagus officinalis - ver *espárrago*
Atherigona soccata 282
Avena fatua 14, 16, 20, 25, 26, 38, 43-45, 201, 202, 230, 273, 278, 279 Fotos 1a, 1b
Avena ludoviciana 43-45, Foto 1b
Avena macrocarpa 43-45, Foto 1b
Avena sativa 43
avena silvestre - ver *Avena* spp.
Avena spp. 43-48, 212, 223, 224, 231, 234, 275, 311
Avena sterilis 43-45
Axonopus compressus 127
Axonopus spp. 388, 389
Baltimora recta 289
bambara 282
banano 97, 127, 128, 178, 318, 327-332
Bellura densa 142
berenjena 85, 160, 288, 300, 303, 306
bermuda - ver *Cynodon dactylon*
Bidens pilosa 289, 359, 375
boniato - ver *patata dulce*
Borreria spp. 389
Brachiaria decumbens 79, 104
Brachiaria fasciculata 369
Brachiaria mutica 373
Brachiaria platyphylla 369
Brachiaria spp. 280
Brachycaudus helichrysi 103
Brassica campestris 18
Brassica chinensis - ver *repollo chino*
Brassica kaber 273
Brassica napus - ver *nabo silvestre*
Brassica nigra - ver *mostaza*
Brassica oleracea - ver *repollo*
Brassica spp. 335
Bromus spp. 26, 275, 278
Bromus tectorum 276

- cacahuete [34](#), [62](#), [71](#), [85](#), [96](#), [108](#), [232](#), [233](#), [235](#), [282](#), [283](#), [349](#), [353-354](#), [370](#)
 cacao [103](#), [110](#), [318](#), [351](#)
 café [97](#), [127](#), [128](#), [351](#), [375-381](#)
 Cajanus cajan [283](#)
 calabaza [85](#), [301](#)
 Calopogonium muconoides [76](#), [103](#), [351](#), [377](#)
 Camelina sativa [18](#), [30](#)
 Camellia sinensis - ver té
 caminadora - ver Rottboellia
 cochinchinensis
 camote - ver patata dulce
 Cannabis sativa - ver cáñamo
 caña de azúcar [49](#), [53](#), [62](#), [83](#), [96](#), [97](#), [110](#), [166](#), [178](#), [22](#), [232-235](#), [237](#), [303](#), [312](#), [369-370](#)
 cáñamo [160](#), [163](#)
 cáñamo de Bengala - ver
 Crotalaria juncea
 Capsella bursa-pastoris [25](#), [312](#)
 Capsicum annuum - ver pimiento
 carpa - ver Ctenopharyngodon
 idella
 cártamo [231](#), [233](#), [349](#), [356](#)
 Carthamus tinctorius - ver
 casava [34](#), [59](#), [60](#), [293](#), [317](#), [320-322](#), [351](#)
 Cassia obtusifolia [36](#)
 Cassia sericea [127](#)
 Cassia spp. [178](#)
 Cassia uniflora [127](#)
 Casuarina spp. [376](#)
 caucho [71](#), [238](#), [318](#), [386-390](#)
 caupí [110](#), [111](#), [169](#), [176](#), [178](#), [282](#), [283](#), [293-295](#), [329](#), [361](#), [370](#), [377](#)
 cebada [210](#), [230](#), [231](#), [233](#), [236](#), [237](#), [273-279](#)
 cebolla [34](#), [59](#), [85](#), [108](#), [128](#), [232](#), [298](#), [300](#), [301](#), [306](#)
 Cenchrus echinatus [359](#)
 Cenchrus spp. [289](#)
 Centella spp. [382](#)
 centeno [44](#), [176](#), [234](#), [275](#)
 Centrosema pubescens [76](#), [103](#), [176](#)
 Centrosema spp. [327](#), [351](#)
 Cerastium glomeratum [177](#)
 Ceratophyllum spp. [243](#)
 Cercospora piaropi [141-142](#)
 Cercospora rodmanii [141-142](#)
 Chamaesyce hirta [369](#)
 Chenopodium album [14](#), [24](#), [311](#), [312](#)
 Chenopodium murale [311](#)
 Chloris gayana [79](#)
 Chromolaena odorata [16](#), [103-104](#), [188](#), [327](#), [328](#), [351](#), Foto 3b.
 Cicer arietinum - ver garbanzo
 Cionothrix praelonga [104](#)
 Cirsium arvense [210](#), [234-237](#), [275-278](#)
 citricos [49](#), [50](#), [53](#), [59](#), [62](#), [97](#), [105](#), [110](#), [127](#), [228](#), [231](#), [318](#), [333-340](#)
 Citrullus spp. - ver sandía
 Citrus reticulata [53](#)
 Cleome viscosa [369](#)
 Cocos nucifera - ver cocotero
 cocotero [71](#), [103](#), [318](#), [349-352](#)
 Coffea spp. - ver café
 Collectotrichum gloeosporioides [158](#), [276](#)
 Colocasia spp. - ver malanga
 Colosynthis citrullus -ver
 melón de agua
 colza [106](#), [227](#), [236](#), [349](#), [354](#)
 Commelina benghalensis [265](#)
 Commelina diffusa [265](#), [376](#)
 Commelina spp. [375](#)
 Convolvulus arvensis [14](#), [34](#), [105-109](#), [298](#), [314](#), [344](#), Foto 3c
 Convolvulus betonicifolius [344](#)
 Convolvulus spp. [235](#), [327](#), [333](#)
 coquito - ver Cyperus rotundus
 Cordia curassavica [188](#)
 Coriandrum sativum - ver
 culantro
 Cortaderia spp. [189](#)
 cucurbitaceas [234](#), [235](#), [306](#)
 Crepis aspera [344](#)
 Crotalaria juncea [329](#), [370](#), [377](#)
 Crotalaria pallida - ver C.
 striata
 Crotalaria spp. [329](#)
 Crotalaria striata [329](#)
 Crotalaria usaramoensis [329](#)
 Ctenopharyngodon idella [247](#)
 Cucumis melo - ver melón
 Cucumis sativus - ver pepino
 Cucurbita spp. - ver calabaza
 culantro [164](#)
 Cuscuta campestris [106](#), [153](#), [155](#), [157](#) Foto 6c
 Cuscuta chinensis [157](#)

- Cuscuta epithymum* [157](#)
Cuscuta europaea [157](#)
Cuscuta japonica [155](#), Fotos 6a, 6b
Cuscuta reflexa [157](#)
Cuscuta spp. [153-159](#)
Cyamopsis psoralioides [170](#)
Cymbopogon confertiflorus [183](#)
Cynodon dactylon [14](#), [79](#) [49-55](#), [289](#), [295](#), [305](#), [321](#), [327](#), [328](#), [341](#), [344](#), [349](#), [350](#), [369](#), [370](#), [373](#), [375](#) Foto 1c
Cynodon nlemfluensis [79](#)
Cyperus difformis [62](#), [63](#)
Cyperus esculentus [14](#), [23](#), [62](#), [231](#), [232](#), [289](#)
Cyperus iria [62](#), [63](#), [265](#)
Cyperus rotundus [14](#), [34](#), [56-64](#), [202](#), [265](#), [281](#), [282](#), [289-291](#), [319](#), [304](#), [327](#), [349](#), [362](#), [369](#), [372](#), [375](#) Foto 1d
Cyperus serotinus [216](#)
Cyperus spp. [188](#), [246](#), [247](#), [305](#), [370](#)
Cyrtobagous salviniae [147](#), [149](#)
[246](#), [247](#) Foto 5d
Dactyloctenium aegyptium [25](#), [26](#), [375](#)
Daniellia oliveri [178](#)
Datura spp. [175](#)
Datura stramonium [304](#)
Daucus carota - ver zanahoria
Desmodium intortum [76](#), [377](#)
Desmodium ovalifolium [104](#), [183](#)
Desmodium spp. [387](#)
Digitaria abyssinica [327](#), [375](#), [377](#)
Digitaria ciliaris [369](#)
Digitaria sanguinalis [14](#), [369](#), [375](#)
Digitaria scalarum - ver
Digitaria abyssinica
Digitaria spp. [227](#), [265](#), [279](#), [387](#)
Dioscorea spp.- ver ñame
Drymaria spp. [382](#)
Echinochloa colona [14](#), [25](#), [26](#), [65](#), [69](#), [229](#), [265](#), [289](#)
Echinochloa crus-galli [14](#), [18](#), [35](#), [65-70](#), [265](#), Foto 2a
Echinochloa spp. [229](#), [235](#), [267](#)
Eichhornia crassipes [14](#), [133-144](#), [187](#), [243-245](#), [248](#), [250](#), Fotos 5a, 5b
Elaeis quineensis - ver palma de aceite
Eleusine indica [14](#), [26](#), [265](#), [369](#), [375](#)
Elodea spp. [243](#)
Elymus repens - ver *Elytrigia repens*
Elytrigia repens [236](#), [275](#)
Epiblema strenuana [127](#)
Erythrina spp. [376](#)
espárrago [225](#), [235](#)
espinaca [62](#)
Eupatorium odoratum - ver *Chromolaena odorata*
Euphorbia heterophylla [110-113](#), [293](#), [369](#) Foto 3d
Eurytoma attiva [188](#)
Fagopyrum esculentum - ver alforfón
Flemingia congesta [377](#)
Flemingia spp. [188](#)
Fragaria Vesca - ver fresa
fresa [85](#)
frijol común [53](#), [62](#), [84](#), [85](#), [96](#), [97](#), [128](#), [231-233](#), [238](#), [289-292](#), [370](#)
frijol haba [160](#), [62](#)
frijol mungo [34](#), [164](#), [176](#), [177](#), [227-230](#), [301](#), [303](#), [329](#), [350](#)
frutales [49](#), [53](#), [95](#), [97](#), [107](#), [234](#), [235](#)
Fumaria officinalis [311](#)
Fumaria parviflora [311](#)
Fusarium moniliforme [84](#)
Fusarium oxysporum [165](#)
F. oxysporum var. *orthoceras* [393](#)
Galinsoga parviflora [375](#)
Galium aparine [210](#), [234](#), [235](#), [311](#)
Galium tricornutum [311](#)
garbanzo [160](#)
Geranium carolinianum [177](#)
girasol [85](#), [160](#), [231](#), [233](#), [235](#), [303](#), [349](#), [350](#), [355-356](#), [370](#)
Gleichenia linearis [351](#)
Gliricidia spp. [376](#), [388](#)
Glycine max - ver soya
Glycine wightii [79](#)
Gossypium spp.- ver algodón
guisantes [160](#), [231](#), [233](#), [234](#), [238](#)
habichuela china [301](#)
Hedyotis spp. [388](#)

Helianthus annuus - ver girasol
Hevea spp. - ver caucho
 higuera - ver ricino
Hydrilla verticillata [244](#)
Hydrodictyon spp. [245](#)
Imperata brasiliensis [71](#)
Imperata contracta [71](#)
Imperata cylindrica [14](#), [16](#), [20](#),
[71-77](#), [216](#), [280](#), [282](#), [301](#), [317](#),
[321](#), [349](#), [375](#), [383](#), [389](#) Foto
 2b
Indigofera endecaphylla [329](#)
Indigofera spp. [327](#)
Inga spp. [376](#)
Ipomoea batatas - ver patata
 dulce
Ipomoea hederacea [217](#)
Ipomoea purpurea [36](#)
Ipomoea spp. [323](#), [369](#), [371](#)
Ischaemum muticum [351](#)
Ischaemum rugosum [265](#)
Isoberlinia spp. [178](#)
Ixophorus unisetus [289](#)
 jacinto de agua- ver *Eichhornia*
crassipes
 kikuyo - ver *Pennisetum*
clandestinum
 king grass - ver *Pennisetum*
purpureum
Kyllinga spp. [369](#)
LabLab *purpureus* [164](#)
Lamium purpureum [235](#)
Lantana camara [115-116](#), [188](#),
[335](#) Foto 4a
Lathyrus ochrus - ver alverjana
 lechuga [233](#), [300](#), [303](#), [306](#)
Lens culinaris - ver lenteja
 lenteja [160](#), [231](#), [233](#)
Leptochloa spp. [265](#)
Leucaena spp. [376](#)
 lino [233](#), [235](#), [237](#)
Linum usitatissimum - ver lino
Listronotus setosipennis [127](#)
Lolium multiflorum [273](#)
Lolium rigidum [230](#)
Lolium spp. [230](#)
Lycopersicon esculentum - ver
 tomate
 maíz [34](#), [53](#), [60](#), [62](#), [71](#), [83](#),
[84](#), [96](#), [97](#), [110](#), [128](#), [166](#), [176](#),
[178](#), [224](#), [226-229](#), [231-236](#),
[238](#), [280-285](#), [289](#), [293](#), [303](#),
[312](#), [349-351](#), [370](#), [392](#)
 malanga [317-320](#), [351](#)
Malva nicaeensis [311](#)
Malva rotundifolia [276](#)
Malva sylvestris [311](#)
 manati- ver *Trichechus manatus*
 mandioca - ver casava
Mangifera indica - ver mango
 mango
 mani - ver cacahuete
Manihot esculenta - ver casava
Medicago sativa - ver alfalfa
Melampodium divaricatum [289](#)
Melilotus spp. - ver trébol
 melón [85](#)
 menta [228](#)
Mentha spp. - ver menta
Mesclunia parvula [104](#)
Metrogaleruca obscura [188](#)
Microcystis spp. [244](#)
 mijo [18](#), [79](#), [166](#), [280-285](#), [293](#)
 mijo silvestre- ver *Panicum*
miliaceum
Mikania micrantha [16](#), [329](#), [351](#),
[389](#)
Milleria quinqueflora [304](#)
 millo - ver mijo
Mimosa invisa var. *inermis* [358](#)
Mimosa pigra [17](#), [117-119](#) Foto
 4b
Mimosa pudica [289](#), [377](#)
Monochoria vaginalis [265](#)
Morrenia odorata [335](#)
 mostaza [18](#), [306](#), [392](#)
Mucuna spp. [176](#)
Musa paradisiaca - ver plátano
Musa sapientum - ver banano
Myriophyllum spp. [243](#)
Myzus persicae [311](#)
 nabo [228](#)
Neochetina bruchi [141-142](#)
Neochetina eichhorniae [141-142](#),
[246-248](#)
Neohydronomus pulchellus [247](#)
Nicandra spp. [175](#)
Nicotiana spp. - ver tabaco
Nymphaea spp. [243](#)
Nymphoides spp. [243](#)
 ñame [60](#), [317-319](#)
 oca [34](#), [306](#)
Olea europaea - ver olivo
 olivo [105](#), [108](#), [349](#)
Opuntia inermis [17](#)
Oryza sativa - ver arroz
Orobancha aegyptiaca [160-161](#),
[163](#), Foto 7a

Orobanche cernua [160-161](#), [392](#),
 Foto 7d
Orobanche crenata [160-161](#) Foto
 7c
Orobanche cumana [160](#)
Orobanche foetida [160](#)
Orobanche minor [160](#), [163](#)
Orobanche mutellii [163](#)
Orobanche ramosa [160-161](#), [163](#),
[392-393](#), Foto 7b
Orobanche spp. [160-165](#), [190](#),
[392-393](#)
Orthogalumna terebrantis [141-142](#)
Oryza spp. [265](#)
Ottlochloa nodosa [351](#)
Oxalis spp. [369](#), [382](#)
 palma de aceite [71](#), [238](#), [349-352](#)
 pangola - ver *Brachiaria decumbens*
Panicum dichotomiflorum [227](#)
Panicum maximum [79](#), [327](#), [369](#),
[371](#), [373](#)
Panicum miliaceum [27](#)
Panicum repens [383](#), [389](#)
Panicum spp. [178](#), [280](#)
 papa [59](#), [83-85](#), [105](#), [128](#), [160](#),
[215](#), [224](#), [225](#), [227](#), [228](#), [311](#),
[316](#), [350](#)
Papaver rhoeas [210](#)
Pareuchaetes aurata [104](#)
Pareuchaetes insulata [104](#)
Pareuchaetes pseudoinsulata [104](#)
Parthenium hysterophorus [123](#),
[130](#), [186](#), [291](#), [305](#) Foto 4c
 Pasionaria [388](#)
Paspalum conjugatum [14](#), [327](#),
[351](#), [389](#)
Paspalum distichum [24](#), [29](#), [265](#)
Paspalum scrobiculatum [327](#)
Paspalum spp. [178](#), [280](#), [369](#),
[375](#)
Paspalum virgatum [78-80](#)
Passiflora edulis - ver
 pasionaria
Pastinaca sativa - ver nabo
 pasto estrella - ver *Cynodon
 nlemfuensis*
 pasto rhodes - ver *Chloris
 gayana*
 pasto de Sudan [176](#)

pastos [49](#), [78](#), [82](#), [95](#), [110](#),
[116](#), [117](#), [123](#), [128](#), [166](#), [234](#),
[235](#),
 patata - ver papa
 patata dulce [59](#), [85](#), [96](#), [169](#),
[232](#), [295](#), [301](#), [317](#), [322-323](#)
Pennisetum americanum - ver
 mijo
Pennisetum clandestinum [81-82](#),
 Foto 2c
Pennisetum fallax [18](#)
Pennisetum glaucum - ver mijo
Pennisetum purpureum [79](#)
Pennisetum spp. [178](#)
Pennisetum violaceum [18](#)
 pepino [85](#), [298](#), [303](#), [306](#)
 perejil [303](#)
Persea americana - ver aguacate
Petiveria alliacea [3](#)
Petroselinum crispum - ver
 perejil
Phaseolus trinervius - ver
 frijol mungo
Phaseolus vulgaris - ver frijol
 común
Phragmites australis [244](#)
Phyllanthus spp. [369](#)
Phytomyza orobanchia [165](#), [190](#)
Phytophthora palmivora [335](#)
Phytophthora spp. [50](#)
 pimienta [85](#), [128](#), [235](#), [298](#),
[300](#), [306](#), [372](#)
 piña [50](#), [53](#), [62](#), [71](#), [128](#)
Pistia stratiotes [243](#), [247](#)
Pisum sativum - ver guisantes
Plantago virginica [177](#)
 plátano [97](#), [128](#), [327-332](#)
Poa annua [275](#)
Poa spp. [230](#), [313](#)
Polygonum convolvulus [273](#)
Polygonum spp. [234](#)
Portulaca oleracea [3](#), [14](#), [265](#),
[289](#), [304](#)
Potamogeton spp. [243](#)
Psophocarpus palustris [177](#)
Pteridium aquilinum [233](#)
Puccinia abrupta [127](#), [187](#)
Puccinia canaliculata [189](#)
Pueraria javanica [376](#)
Pueraria phaseoloides [76](#),
Pueraria spp. [177](#), [351](#), [387](#)
 puerro [179](#)
 rábano [303](#)
Radopholus similis [327](#)

Raphanus sativus - ver rábano
 remolacha [62](#), [106](#) [233](#), [235](#),
 repollo [34](#), [85](#), [160](#), [232](#), [298](#),
[301](#), [306](#)
 repollo chino [303](#)
Rhodobaeus cariniventris [104](#)
 ricino [62](#), [360](#)
Ricinus communis - ver ricino
Rottboellia cochinchinensis [14](#),
[25](#), [26](#), [83-87](#), [233](#), [265](#), [280](#),
[281](#), [289-291](#), [369](#), [370](#), [373](#)
 Foto 2d
Rotylenchus spp. [327](#)
Rubus spp. [189](#)
Rumex hastatulus [177](#)
Saccharum officinarum - ver
 caña de azúcar
Salvinia molesta [145-150](#), [243](#),
[247](#), [250](#) Foto 5c
Sameodes albiguttalis [142](#), [246](#)
 sandía [318](#), [329](#)
Scirpus spp. [265](#)
Scleria spp. [351](#)
Sclerotinia sclerotiorum [276](#)
Scoparia dulcis [333](#)
Secale cereale - ver centeno
 selvicultura [115](#)
Septoria ekmaniana [104](#)
 sésamo [349](#), [353-354](#)
Sesamum indicum - ver sésamo
Sesbania aculeata [370](#)
Sesbania spp. [388](#)
Setaria spp. [238](#), [273](#), [289](#),
[334](#), [369](#)
Setaria verticillata [25](#)
Setaria viridis [230](#)
Sinapis alba - ver mostaza
Sinapis arvensis [311-312](#), [341](#)
 sisal - ver cáñamo
Sogata spp. [3](#)
 soja - ver soya
Solanum melongena - ver
 berenjena
Solanum nigrum [289](#), [304](#), [312](#),
[344](#)
Solanum spp. [334](#)
Solanum tuberosum - ver papa
Solidago altissima [177](#)
Sonchus oleraceus [311](#), [341](#), [369](#)
Sorghum bicolor - ver sorgo
Sorghum halepense [14](#), [24](#), [91-](#)
[99](#), [201](#), [233](#), [256](#), [282](#), [289-](#)
[290](#), [305](#), [312](#), [315](#), [344](#), [349](#),
[352](#), [370](#), [372](#) Foto 3a

Sorghum spp. [237](#)
 sorgo [35](#), [60](#), [83](#), [95](#), [128](#), [166](#),
[176](#), [178](#), [227](#), [228](#), [232](#), [234](#),
[238](#), [280-285](#), [293](#), [295](#), [350](#),
[392](#)
 Sorgo de Aleppo - ver *Sorghum*
halepense
 soya [34](#), [53](#), [60](#), [84](#), [85](#), [95-97](#),
[108](#), [110](#), [111](#), [128](#), [224](#), [227-](#)
[230](#), [232](#), [233](#), [235-237](#), [282](#),
[292](#), [349](#), [370](#)
Sphacelotheca ophiwi [84](#)
Sphenoclea zeylanica [265](#)
Spinacia oleracea - ver
 espinaca
Spirogyra spp. [244](#)
Stellaria media [210](#), [234](#), [275](#)
Streptomyces hygroscopicus [223](#)
Striga angustifolia [166](#)
Striga asiatica [166-170](#), [369](#),
 Foto 8c
Striga aspera [166](#), Foto 8b
Striga elegans [169](#)
Striga forbesii [166](#)
Striga gesnerioides [166-170](#)
[294](#), [296](#) Foto 8d
Striga hermonthica [166-170](#), [369](#)
 Foto 8a
Striga spp. [20](#), [166-170](#), [295](#)
Stylosanthes gracilis [383](#)
Stylosanthes guianensis [76](#)
 tabaco [62](#), [95](#), [163](#), [169](#), [231](#),
[295](#), [372](#), [391-394](#)
 té [71](#), [110](#), [382-385](#)
Teleonemia scrupulosa [188](#)
Tephrosia purpurea [104](#)
Tephrosia spp. [388](#)
Terminalia glaucescens [178](#)
Theobroma cacao - ver cacao
 tomate [62](#), [85](#), [106](#), [128](#), [160](#),
[227](#), [231-233](#), [289](#), [300-301](#),
[305-306](#), [372](#)
 trébol [160](#), [163](#), [176](#), [233](#)
Trichechus manatus [248](#)
Tridax procumbens [289](#)
Trifolium spp. - ver trébol
 trigo [17](#), [106](#), [176](#), [210](#), [224](#),
[230](#), [231](#), [233](#), [234](#), [237](#), [273-](#)
[279](#), [312](#)
Tripsacum laxum [383](#)
Triticum aestivum - ver trigo
 Typha spp. [243](#)
Vernonia galamensis [293](#)
Veronica hederifolia [235](#)

Vicia faba - ver frijol haba
Vicia sativa - ver arveja
Vigna catjang 371
Vigna radiata - ver frijol mungo
Vigna sesquipedalis - ver habichuela china
Vigna sinensis - ver caupí
Vigna subterranea - ver bambara
Vigna unguiculata - ver caupí
 viñas 105, 106, 235, 342-347
Viola tricolor 237
Vitis vinifera - ver viñas
Xanthium pensylvanicum 36
Xanthomonas campestris 123,
Xanthosoma spp. - ver malanga
 Yerba de Guinea likoni - ver
Panicum maximum
 yuca - ver casava
 zacate Johnson - ver *Sorghum halepense*
 zanahoria 160, 228, 233, 303
Zea mays - ver maíz
Zebrina pendula 377
Zonocerus spp. 103-104
Zygogramma bicolorata 127

CUADERNOS TECNICOS DE LA FAO

ESTUDIOS FAO PRODUCCION Y PROTECCION VEGETAL

1	Horticulture: a select bibliography, 1976 (I)	30	Palm tissue culture, 1981 (C I)
2	Cotton specialists and research institutions in selected countries, 1976 (I)	31	An eco-climatic classification of intertropical Africa, 1981 (I)
3	Las leguminosas alimenticias su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos, 1978 (E F I)	32	Weeds in tropical crops selected abstracts, 1981 (I)
4	La producción de soja en los trópicos, 1978 (C E F I)	32 Sup	1. Weeds in tropical crops: review of abstracts, 1982 (I)
4 Rev	1 Soybean production in the tropics (first revision), 1982 (I)	33	Plant collecting and herbarium development, 1981 (I)
5	Les systèmes pastoraux sahéliens, 1977 (F)	34	Improvement of nutritional quality of food crops, 1981 (C I)
6	Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de las pérdidas agrícolas - 1, 1977 (E F I)	35	Data production and protection, 1982 (I)
6/2	Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de las pérdidas agrícolas - 2, 1980 (E F I)	36	El cultivo y la utilización del tamar - <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet, 1962 (E)
6/3	Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de las pérdidas agrícolas - 3, 1983 (E F I)	37	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1981 - Informe, 1982 (E F I)
7	Rodent pest biology and control - Bibliography 1970-74, 1977 (I)	38	Winged bean production in the tropics, 1982 (I)
8	Tropical pasture seed production, 1979 (E** F** I)	39	Semillas, 1982 (E/FI)
9	Food legume crops improvement and production, 1977 (I)	40	La lucha contra los roedores en la agricultura, 1984 (Ar C E F I)
10	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1977 - Informe, 1976 (E F I)	41	Rice development and rainfed rice production, 1982 (I)
10 Sup	Pesticide residues in food 1977 - Evaluations, 1978 (I)	42	Pesticide residues in food 1981 - Evaluations, 1982 (I)
11	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1965-76 - Índice y resumen, 1978 (E F I)	43	Manual on mushroom cultivation, 1983 (F I)
12	Calendarios culturales, 1978 (E/FI)	44	Mejoramiento del control de malezas, 1965 (E F I)
13	Empiezo de las especificaciones de la FAO para productos destinados a la protección de las plantas, 1978 (E F I)	45	Pocket computers in agrometeorology, 1983 (I)
14	Manual de control integrado de plagas del arroz, 1979 (Ar C E F I)	46	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1982 - Informe, 1983 (E F I)
15	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1978 - Informe, 1979 (E F I)	47	The sago palm, 1983 (F I)
15 Sup	Pesticide residues in food 1978 - Evaluations, 1979 (I)	48	Control integrado de plagas del algodón, 1965 (Ar E F I)
16	Rodenticidas análisis, especificaciones, preparados para uso en salud pública y agricultura, 1966 (E F I)	49	Pesticide residues in food 1962 - Evaluations, 1983 (I)
17	Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos, 1980 (C E F I)	50	International plant quarantine treatment manual, 1983 (C I)
18	Guidelines for integrated control of maize pests, 1979 (C I)	51	Handbook on jute, 1983 (I)
19	Introducción al control integrado de las plagas del sorgo, 1980 (E F I)	52	The palmyrah palm, potential and perspectives, 1983 (I)
20	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1979 - Informe, 1980 (E F I)	53/1	Selected medicinal plants, 1983 (I)
20 Sup	Pesticide residues in food 1979 - Evaluations, 1980 (I)	54	Manual de fumigación contra insectos, 1986 (C E F I)
21	Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides, 1980 (F I)	55	Breeding for durable disease and pest resistance, 1984 (C I)
22	China multiple cropping and related crop production technology, 1980 (I)	56	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1983 - Informe, 1984 (E F I)
23	China development of olive production, 1980 (I)	57	El cocotero, árbol de vida, 1986 (E F I)
24/1	Improvement and production of maize, sorghum and millet - Vol 1 General principles, 1980 (F I)	58	Directrices económicas para la lucha contra las plagas en la agricultura, 1985 (E F I)
24/2	Improvement and production of maize, sorghum and millet - Vol 2 Breeding, agronomy and seed production, 1980 (F I)	59	Micropropagation of selected root crops, palms, citrus and ornamental species, 1984 (I)
25	<i>Prosopis juliflora</i> arbusto forrajero para zonas áridas 1961 (E F I)	60	Requisitos mínimos para recibir y mantener material de propagación en cultivo de tejidos, 1985 (E F I)
26	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1980 - Informe, 1981 (E F I)	61	Pesticide residues in food 1983 - Evaluations, 1985 (I)
26 Sup	Pesticide residues in food 1980 - Evaluations, 1981 (I)	62	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1984 - Informe, 1985 (E F I)
27	Small-scale cash crop farming in South Asia, 1981 (I)	63	Manual of pest control for food security reserve grain stocks, 1985 (C I)
28	Criterios ecológicos para el registro de plaguicidas (segunda consulta de expertos), 1982 (E F I)	64	Contribution à l'écologie des aphides africains, 1985 (F I)
29	Sesame status and improvement, 1961 (I)	65	Amélioration de la culture irriguée du riz des pays fermiers, 1985 (F)
		66	Sesame and safflower: status and potentials, 1985 (I)
		67	Pesticide residues in food 1984 - Evaluations, 1985 (I)
		68	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1985 - Informe, 1986 (E F I)
		69	Breeding for horizontal resistance to wheat diseases, 1986 (I)
		70	Breeding for durable resistance in perennial crops, 1986 (I)
		71	Technical guideline on seed potato micropropagation and multiplication, 1986 (I)
		72/1	Pesticide residues in food 1985 - Evaluations - Part I Residues, 1986 (I)

72/2	Pesticide residues in food 1985 - Evaluations - Part II Toxicology, 1988 (I)	105	Fundamentos teórico-prácticos del cultivo de tejidos vegetales, 1990 (E)
73	Pronóstico agrometeorológico del rendimiento de los cultivos, 1986 (E F I)	106	Technical guidelines for mushroom growing in the tropics, 1990 (I)
74	Ecología y control de malezas perennes en América Latina, 1988 (E I)	107	<i>Gynandropsis gymandra</i> (L.) Bnq. - a tropical leafy vegetable - its cultivation and utilization, 1991 (I)
75	Guía técnica para ensayos de variedades en campo, 1986 (E I)	108	La carambola y su cultivo, 1991 (E I)
76	Guidelines for seed exchange and plant introduction in tropical crops, 1986 (I)	109	Soil solarization, 1991 (I)
77	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1986 - Informe, 1987 (E F I)	110	Potato production and consumption in developing countries, 1991 (I)
78	Pesticide residues in food 1988 - Evaluations - Part I Residues, 1986 (I)	111	Pesticide residues in food 1991 - Report, 1991 (I)
78/2	Pesticide residues in food 1986 - Evaluations - Part II Toxicology, 1987 (I)	112	Cocoa pest and disease management in Southeast Asia and Australasia, 1992 (I)
79	Tissue culture of selected tropical fruit plants, 1987 (I)	113/1	Pesticide residues in food 1991 - Evaluations - Part I. Residues, 1991 (I)
80	Improved weed management in the Near East, 1987 (I)	114	Integrated pest management for protected vegetable cultivation in the Near East, 1992 (I)
81	Weed science and weed control in Southeast Asia, 1987 (I)	115	Olive pests and their control in the Near East, 1992 (I)
82	Hybrid seed production of selected cereal, oil and vegetable crops, 1987 (I)	116	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1992 - Informe 1992, 1993 (E F I)
83	El litchi y su cultivo, 1987 (E I)	117	Semilla de calidad declarada, 1995 (E F I)
84	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1987 - Informe, 1988 (E F I)	118	Pesticide residues in food - 1992 - Evaluations - Part I Residues, 1993 (I)
85	Manual sobre elaboración y empleo de las especificaciones de la FAO para productos destinados a la protección de las plantas, 1988 (E F I)	119	Quarantine for seed, 1993 (I)
86/1	Pesticide residues in food 1987 - Evaluations - Part I. Residues, 1988 (I)	120	Weed management for developing countries, 1993 (I E)
86/2	Pesticide residues in food 1987 - Evaluations - Part II Toxicology, 1988 (I)	121	Rambutan cultivation, 1993 (I)
87	Root and tuber crops, plantains and bananas in developing countries - challenges and opportunities, 1988 (I)	122	Residuos de plaguicidas en los alimentos - 1993 Informe conjunto FAO/OMS, 1995 (I E F)
88	Jessenia y <i>Oenocarpus</i> : palmas aceiteras neotropicales dignas de ser domesticadas, 1992 (E I F)	123	Rodent pest management in eastern Africa, 1994 (I)
89	Vegetable production under arid and semi-arid conditions in tropical Africa, 1988 (F I)	124	Pesticide residues in food 1993 - Evaluations - Part I Residues, 1994 (I)
90	Cultivos protegidos en climat mediterráneo, 1988 (F I)	125	Plant quarantine: theory and practice, 1994 (Ar)
91	Pasto y ganado bajo los cocoteros, 1994 (E I)	126	Tropical root and tuber crops - Production, perspectives and future prospects, 1994 (I)
92	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1988 - Informe, 1989 (E F I)	127	Residuos de plaguicidas en los alimentos, 1996 (E I)
93/1	Pesticide residues in food 1988 - Evaluations - Part I. Residues, 1988 (I)	128	Manual on the development and use of FAO specifications for plant protection products - Fourth edition, 1995 (I)
93/2	Pesticide residues in food 1988 - Evaluations - Part II Toxicology, 1989 (I)	129	Mangosteen cultivation, 1995 (I)
94	Utilization of genetic resources: suitable approaches, agronomical evaluation and use, 1989 (I)	130	Post-harvest deterioration of cassava - A biotechnology perspectives, 1995 (I)
95	Rodent pests and their control in the Near East, 1989 (I)	131/1	Pesticide residues in food 1994 - Evaluations - Part I: Residues, Volume 1, 1995 (I)
96	Singa - Improved management in Africa, 1989 (I)	131/2	Pesticide residues in food 1994 - Evaluations - Part I: Residues, Volume 2, 1995 (I)
97/1	Fodders for the Near East alfalfa, 1989 (Ar I)	132	Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, (I) 1995
97/2	Fodders for the Near East annual medic pastures, 1989 (Ar F I)	133	Pesticide residues in food 1995 - Report, 1996 (I)
98	An annotated bibliography on rodent research in Latin America 1960-1985, 1989 (I)	134	Cotton pests and their control in the Near East, 1998 (I)
99	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1989 - Informe, 1989 (E F I)	135	Céru pest problems and their control in the Near East, 1996 (I)
100	Pesticide residues in food 1989 - Evaluations - Part I Residues, 1990 (I)	136	El pepino dulce y su cultivo, 1996 (E)
100/2	Pesticide residues in food 1989 - Evaluations - Part II Toxicology, 1990 (I)	137	Pesticide residues in food 1995 - Evaluations - Part I Residues, 1996 (I)
101	Soiless culture for horticultural crop production, 1990 (I)		
102	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1990 - Informe, 1991 (E F I)		
103/1	Pesticide residues in food 1990 - Evaluations - Part I Residues, 1990 (I)		
104	Major weeds of the Near East, 1991 (I)		

Disponibilidad octubre de 1996

Ar	-	Arabe	Multil	-	Multilingue
C	-	Chino	**	-	Agotado
E	-	Español		-	En preparación
F	-	Francés			
I	-	Inglés			
P	-	Portugués			

Los cuadros técnicos de la FAO pueden obtenerse en los Puntos de venta autorizados de la FAO, o directamente en el Grupo de Comercialización y Ventas, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia

En el prefacio de este nuevo volumen se resalta que los pequeños agricultores consumen más del 40% de su tiempo laboral en operaciones de desyerbe y aún así sufren graves pérdidas debido a la competencia de las malezas. El objetivo de la presente publicación es asegurar que la información más pertinente sobre manejo de malezas esté al alcance de los involucrados en la asistencia técnica al agricultor en cualquier parte del mundo. El volumen comprende 18 capítulos que ofrecen información y criterios más actualizados sobre todos los aspectos del manejo de malezas. Los primeros capítulos explican los principios básicos de la biología y ecología de malezas, la dinámica poblacional y la competencia, así como el control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. Luego se presentan secciones breves sobre 20 especies o géneros individuales de malezas importantes, con ilustraciones a color, información sobre la biología y los métodos específicos de control.

Los capítulos sobre prácticas de manejo de malezas discuten los enfoques cultural, biológico y químico con cierto detalle, así como el manejo de malezas acuáticas y los principios económicos del manejo de malezas. Finalmente, aparecen capítulos sobre control de malezas en cultivos selectos, agrupados en cereales, leguminosas y hortalizas, raíces y tubérculos, frutales, cultivos oleaginosos y de fibra, y cultivos industriales (caña de azúcar, café, té, caucho y tabaco). Un amplio índice de especies aparece al final del texto del libro. Se ha puesto énfasis en los métodos culturales y otros métodos no-químicos de manejo, pero el capítulo sobre control químico ofrece una información minuciosa y actualizada sobre el tópico e indica las posibilidades de su uso cuando sea apropiado.

ISBN 92 5 303427-0 ISBN 1014 1227



9 789253 034277

M 15

T11475/1/10 96/900